

TNO-rapport
TM-98-A005

TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

titel

**Realisatie van een visueel bewakings-
systeem ten behoeve van oefeningen bij
duisternis op de gevechtsbaan van het
infanterie schietkamp ISK**

07

auteurs

J. Varkevisser
A. Everts

datum

11 februari 1998

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

aantal pagina's

: 42

(incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

© 1998 TNO

19980706 131

"DTIC USERS ONLY"

DTIC QUALITY INSPECTED 1

TNO Technische Menskunde is onderdeel
van TNO Defensieonderzoek
waartoe verder behoren:
TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium
TNO Prins Maurits Laboratorium



Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

titel: Realisatie van een visueel bewakingssysteem ten behoeve van oefeningen bij duisternis op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK
auteurs: J. Varkevisser en A. Everts
datum: 11 februari 1998
opdrachtnr.: A96/KL/307
IWP-nr.: 786.1
rapportnr.: TM-98-A005

Op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK "de Harskamp" worden militairen geoefend in het over de grond voortbewegen onder een vlak van mitrailleurvuur. Hierbij moeten allerlei obstakels worden gepasseerd en wordt trotyl tot ontploffing gebracht. De oefening wordt door het baanpersoneel geobserveerd. Zij bedienen de apparatuur en de wapens. Defensie wenst de oefeningen op ieder moment van het etmaal te houden. In 1992 is geadviseerd (Varkevisser, 1992) een nabij infra-rood (NIR) TV-systeem te installeren, teneinde ook bij duisternis in staat te zijn visuele observaties te doen.

TNO Technische Menskunde (TNO-TM) is bij de procesgang van aanbesteding en uitvoering van de werkzaamheden betrokken geweest als adviseur en bewaker van de geëiste kwaliteit en specificaties. Het TV-bewakingssysteem is conform de adviezen gerealiseerd. Op iedere plaats waar het baanpersoneel de handelingen en waarnemingen op de baan moet uitvoeren zijn monitoren geplaatst die bij duisternis een overzicht van de gevechtsbaan geven als bij daglicht. Aan de eisen van de zichtbaarheid (het volgen van militairen op de baan, het kunnen lezen van de helmnummers en het controleren van de inslagen van het mitrailleurvuur) is voldaan. Met de aanwezige schijnwerpers is een voldoende homogene NIR belichting gerealiseerd. Om een indicatie te hebben van het te hoog komen van de deelnemers op de baan zijn laserscanners geïnstalleerd (TNO-FEL). Als noodzakelijke aanvulling zijn, in samenwerking met de leverancier de firma Siemens, een aantal procedures ontwikkeld om de kwaliteit en de specificaties van het systeem te bewaken, vervat in een gebruiksen onderhoudshandleiding. Er zijn een aantal procedures beschreven die betrekking hebben op de visuele specificaties. Tevens is door TNO-TM een werkinstructie geschreven die veiligheidsprocedures en taakomschrijvingen inhoudt voor alle geledingen van het bewakings- en observatieproces. Het ISK heeft met succes een beproeving gedaan om kennis te maken met het systeem.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
2 TAKEN EN WAARNEMINGSMIDDELEN	7
2.1 Verantwoordelijkheden	7
2.1.1 Procedures	9
2.2 Taken	9
2.2.1 Bureau Veiligheid	9
2.2.2 Deelnemers aan de oefening	9
2.2.3 De indeler	9
2.2.4 Commandant gevechtsbaan	10
2.2.5 Commandant mitrailleurs	10
2.2.6 Schutters	10
2.3 De controle op het verloop van de oefening	11
2.3.1 Bij daglicht	11
2.3.2 Bij duisternis	11
3 HET WAARNEMINGSSYSTEEM IN DETAIL	14
3.1 Ergonomische aspecten	14
3.2 NIR bestraling	15
3.2.1 Bestraling gevechtsbaan	15
3.2.2 Bestraling kogelvanger	15
3.3 Waarnemingsmiddelen	15
3.3.1 Hoofdcommandotoren CT	15
3.3.2 Mitrailleurcommandotoren MT	18
3.3.3 Mitrailleurposten (MP1, 2 en 3) en kogelvanger	19
4 CAMERA ZICHT IN VERGELIJKING TOT DIRECT ZICHT	20
4.1 Verschillen tussen direct en camera zicht	21
4.2 Detail zicht	21
4.2.1 Het zien van details met het blote oog	21
4.2.2 Het zien van details via het TV-systeem	21
4.2.3 Kleinst waarneembare detailgrootte	22
4.2.4 Het lezen van helmnummers	23
5 VERBETERINGEN AAN DE KWALITEIT VAN HET SCHUTTERBEELD	23
5.1 Diafragmaregeling camera's nabij de kogelvanger	24
6 BEPROEVING	24
7 SAMENVATTING	25
8 CONCLUSIES	26
DANKWOORD	26
REFERENTIES	27

INHOUD (Vervolg)	Blz.
BIJLAGE A Geschiedenis realisatie waarnemingssysteem bij duisternis ISK	28
BIJLAGE B Camerasysteem	30
B.1 Technische gegevens camera's	30
B.2 Objectiefhoeken	30
B.3 Beeldresolutie	30
B.4 Monitor	31
B.5 Besturing beweegbare camera	32
B.6 Camerabehuizing	36
BIJLAGE C Procedures	37
C.1 Taakuitvoering van het baanpersoneel	37
C.2 Gebruikshandleiding	37
C.3 Onderhoudshandleiding	37
C.4 NIR schijnwerpers	37
C.4.1 Bevestiging schijnwerpers	37
C.4.2 Wisselen lamp	37
C.4.3 Meting homogeniteit	38
C.5 Beeld schutter	38
C.5.1 afregeling van de tweedraadsverbinding	40
C.5.2 Bepaling trilling in het beeld	40
C.5.3 Afregeling beeld van de schutter	41

Rapport nr.:	TM-98-A005
Titel:	Realisatie van een visueel bewakingssysteem ten behoeve van oefeningen bij duisternis op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK
Auteurs:	J. Varkevisser en A. Everts
Instituut:	TNO Technische Menskunde Afd.: Waarneming
Datum:	februari 1998
DO Opdrachtnummer:	A96/KL/307
Nummer in MLTP:	786.1

SAMENVATTING

Op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK "de Harskamp" worden militairen (deelnemers) geoefend in het (plat) over de grond voortbewegen onder een vlak van mitrailleurvuur. Tijdens het voortbewegen moeten allerlei obstakels worden gepasseerd en wordt trotyl tot ontploffing gebracht. De oefening wordt door het baanpersoneel geobserveerd. Zij bedienen de apparatuur en de wapens. De baancommandant bepaalt wanneer er wordt geschoten en het trotyl tot ontploffing wordt gebracht.

Op de vraag van defensie of de oefeningen op ieder moment van de dag kunnen worden gehouden, is in 1992 geadviseerd (Varkevisser, 1992). Het advies hield in een nabij infrarood (NIR) TV-systeem te installeren, teneinde ook bij duisternis in staat te zijn visuele observaties te doen. Hierbij kan het baanpersoneel ongehinderd de benodigde handelingen verrichten. De schutters moeten in het TV-beeld ook een extra indicatie krijgen van het zich te hoog oprichten van de deelnemers. Door de Dienst Materieel van de Koninklijke Landmacht (DMKL) is vervolgens uitvoering gegeven aan dit advies. TNO Technische Menskunde (TNO-TM) is bij de procesgang van aanbesteding en uitvoering van de werkzaamheden betrokken geweest als adviseur en bewaker van de geëiste kwaliteit en specificaties.

Het TV-bewakingssysteem is conform de adviezen gerealiseerd. Op iedere plaats waar het baanpersoneel de handelingen en waarnemingen op de baan moet uitvoeren zijn monitoren geplaatst die bij duisternis een overzicht van de baan geven als bij daglicht. Om een indicatie te hebben van het te hoog komen van de deelnemers op de baan zijn laserscanners geïnstalleerd (TNO-FEL).

Het bewakingssysteem is in 1997 voor operationeel gebruik vrijgegeven. Vastgesteld is dat aan alle gestelde eisen is voldaan. Als noodzakelijke aanvulling zijn, in samenwerking met de leverancier de firma Siemens, een aantal procedures ontwikkeld om de kwaliteit en de specificaties van het systeem te bewaken, vervat in een gebruiks- en onderhoudshandleiding. In de bijlagen worden een aantal procedures beschreven die betrekking hebben op de visuele specificaties. Tevens is door TNO-TM, afdeling training en opleiding, een werkinstructie geschreven die veiligheidsprocedures en taakomschrijvingen inhoudt voor alle geledingen van het bewakings- en observatieproces.

Realization of a visual surveillance system used by manoeuvres at night, on the combat range "ISK de Harskamp"

J. Varkevisser and A. Everts

SUMMARY

The combat range at the infantry school ISK "de Harskamp" in The Netherlands is used to train soldiers to cross a terrain with obstacles under live firing (1.5 m above the ground) and TNT explosions. The exercise is under control of combat training personnel who view the range from two control towers and three firing units. The control crew operate the equipment on the range, set off the TNT explosions, and control the machine gun firing.

In 1992 TNO-TM was asked to advise on the possibilities for safe use of the combat range at night, in total darkness. A night surveillance system was proposed, based on near infra red (NIR) illumination of the range and NIR sensitive TV cameras at all control locations. Feasibility studies were carried out and specifications for safe use were defined. In addition, it was proposed to install a laser scanning system to detect vertical movements higher than 0.95 m.

In 1996, the Material Command of the Royal Netherlands Army, ordered the implementation of the advised system by a commercial company. TNO-TM was tasked to provide advise during the construction and implementation of the system, critically follow the implementation process and check whether the installed systems met the specifications. Camera/monitor systems were placed at the locations of all range control functions, including the machine-gun locations. A laser scanner warning system was developed and installed by TNO-FEL.

The night surveillance system was released for use by the end of 1997. Compliance with all specifications was established. Procedures to ensure the quality and specifications of the night surveillance system were developed together with Siemens. User- and maintenance manuals were developed. The program group Instruction and Training of TNO-TM drew up manuals and safety instructions for all personnel involved in operating the combat range.

Concluding: the combat range at ISK "de Harskamp", The Netherlands, is now suitable for operation during day and night, including in total darkness.

1 INLEIDING

In Figuur 1 is de gevechtsbaan afgebeeld. Deze baan bevindt zich op het achterterrein van het artillerie schietkamp "De Harskamp" in Harskamp. De baan bestaat uit twee gedeelten. Een gedeelte dat voorzien is van een aantal hindernissen, beginnend bij de "beginloopgraaf" en eindigend bij de "eindloopgraaf". Het tweede gedeelte is een schietbaan, die eindigt met een kogelvanger.

Op deze baan worden groepen militairen onderworpen aan een situatie die gevechtshandelingen benaderen. Onder een vlak van mitrailleurvuur, moet men in gevechtsskleding en voorzien van het persoonlijk wapen in zgn. tijgersluipgang de baan van de begin- tot de eindloopgraaf in linie oversteken. Onderweg passeert men een aantal hindernissen: een tankgracht, waarover boomstammen liggen; een aantal lage prikkeldraadhindernissen, met schrikdraad effect; een ondergrondse bunker voorzien van schuttingen en klimgaten. Daarnaast wordt vanuit diverse putten op het terrein (A tot en met Q) springstof tot ontploffing gebracht en voegen luidsprekers slagveldgeluiden toe. Tijdens deze oefening, die risico kan inhouden indien iemand tracht op te staan, worden vanuit twee commandotorens (CT en MT) en drie mitrailleurposten (MP1, MP2, MP3) de deelnemers nauwlettend in de gaten gehouden door getraind baanpersoneel. Eventueel geeft men via de luidsprekers vanuit de CT aanwijzingen. Als iemand op de baan een afwijkend gedrag gaat vertonen kan zowel vanuit de torens als vanuit de MP's het mitrailleurvuur onmiddellijk worden afgebroken.

2 TAKEN EN WAARNEMINGSMIDDELEN

2.1 Verantwoordelijkheden

Bureau Veiligheid draagt zorg voor de planning van de oefeningen en zorgt voor de bemensing van de gevechtsbaan. Een groep functionarissen (commandant gevechtsbaan, zijn assistent, de commandant mitrailleurs, de schutters en de indeler) geven rechtstreeks uitvoering aan de taken en handelingen op en rondom de gevechtsbaan. De commandant gevechtsbaan geeft leiding aan de te volgen procedures en is bij de voorbereiding en uitvoering van de oefening aanwezig. Hij heeft tijdens de oefening tevens de taak van waarnemer op de CT. De commandant mitrailleurs is verantwoordelijk voor de schutters en fungeert als intermediair tussen de schutters en de commandant gevechtsbaan. Tevens is hij waarnemer op de mitrailleurtoeren (MT). De indeler (gebouw 208) tenslotte, is verantwoordelijk voor het opvangen, gereedmaken voor de oefening en controle bij het vertrekken van het oefenend personeel.

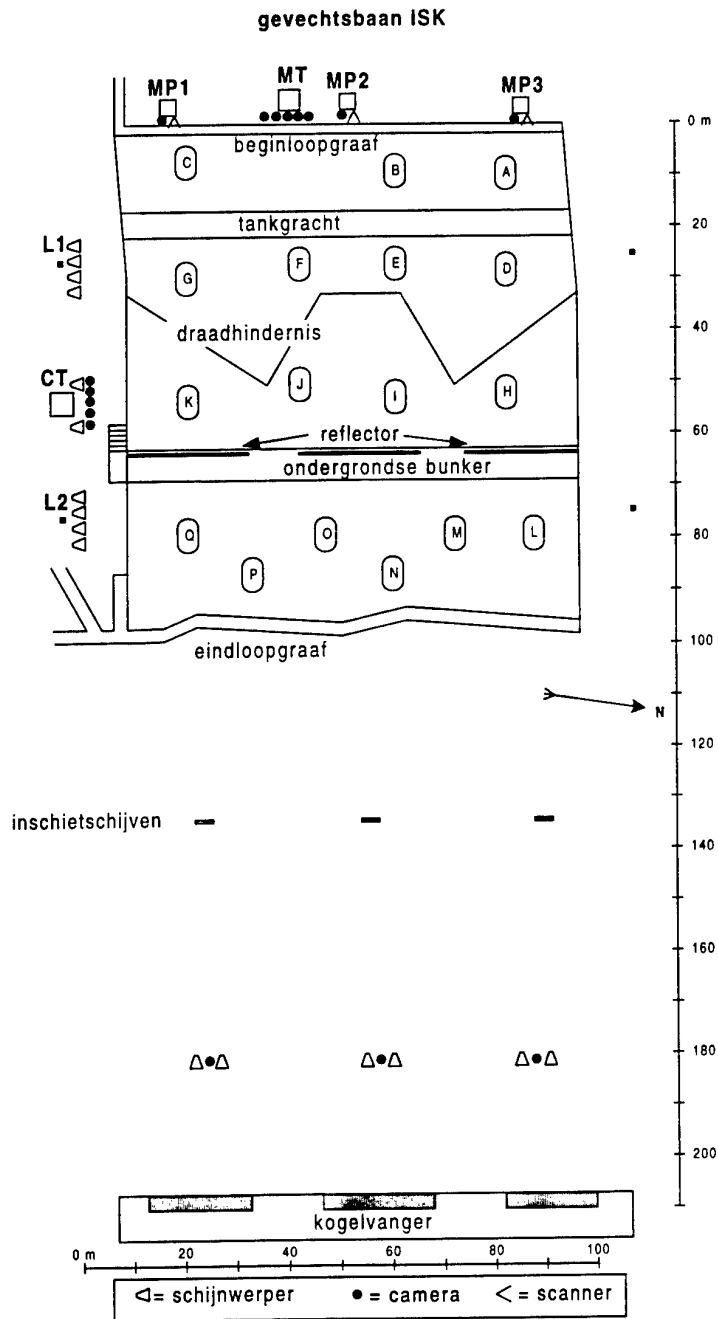


Fig. 1 De gevechtsbaan ISK. De deelnemers aan de oefening verplaatsen zich vanaf de beginloopgraaf in lijn over de baan tot aan de eindloopgraaf. Onderweg zijn diverse belemmeringen aangebracht. Vanuit de commando- en mitrailleurstorens (CT en MT) wordt de baan geheel overzien. De schutters bevinden zich in de posten MP1, MP2 en MP3. Zij hebben zicht op hun eigen vuursector. Deze sectoren zijn op de kogelvanger in grijs aangegeven. Ten behoeve van oefeningen bij duisternis (§ 2.3.2) zijn op alle posten camera's ● geplaatst. Bovendien zijn camera's nabij de kogelvanger geplaatst voor het waarnemen van de inslagen. De gevechtsbaan en de vuursector op de kogelvanger worden belicht met NIR schijnwerpers ◁ op de posten MP1, MP3 en MP3 bewaken bij duisternis het te hoog komen van de deelnemers tot aan de ondergrondse bunker.

2.1.1 Procedures

Het vervaardigen van een uitgebreide en een beknopte werkinstructie (Oving & Riemersma, 1998) voor iedere functionaris is onderdeel geweest van deze opdracht. In deze werkinstructie is gedetailleerd aangegeven welke procedures en handelingen moeten worden gevolgd om een oefening voor te bereiden en bij daglicht en duisternis uit te voeren. Tevens is aangegeven wat de randvoorwaarden zijn om een oefening te mogen houden en wat de afbreekcriteria zijn. Deze taakomschrijving is kort samengevat op instructiekaarten die op de werkplek zijn aangebracht. Daarnaast zijn in samenwerking met de firma Siemens gebruiks- en onderhoudshandleidingen tot stand gekomen.

2.2 Taken

2.2.1 Bureau Veiligheid

Bureau Veiligheid van het ISK (gebouw 106) heeft het overzicht van het gebruik van alle schietbanen op het ISK. Afspraken over het zich bevinden op of nabij een schietbaan, het gebruik van een schietbaan en de toestemming om te schieten wordt vanuit Bureau Veiligheid gecoördineerd. Ook de coördinatie van het onderhoud aan de banen valt onder verantwoordelijkheid van Bureau Veiligheid.

2.2.2 Deelnemers aan de oefening

De deelnemers aan de oefening zijn militairen (in opleiding). Een groep deelnemers (peloton) bestaat uit maximaal uit 30 personen. Elke groep heeft maximaal vier kaderleden als begeleider, die ook aan de oefening deelnemen. De kaderleden dragen zorg voor een juiste en zo snel mogelijke uitvoering van de oefening. Het tenue voor de oefening is minimaal gevechtskleding, de eigen helm en het persoonlijk wapen.

2.2.3 De indeler

De indeler bevindt zich in gebouw 208 (niet op de plattegrond). Dit gebouw heeft een omkleedruimte ten behoeve van de deelnemers aan de oefening. De indeler vangt het personeel op en deelt de groepen in. Elke deelnemer krijgt een helm uitgereikt voorzien van een uniek nummer. Het helmnummer, aan de zijkant van de helm, is vanaf de CT zichtbaar. De groepscommandanten worden onderscheiden van de overige deelnemers met een gekleurde helm met helmletter (zie ook § 4.2.4). De indeler geeft informatie en instructie over de oefening aan de deelnemers. Bij de start en het einde van de oefening controleert de indeler het aantal deelnemers. Tenslotte controleert de indeler de deelnemers bij het vertrek.

2.2.4 Commandant gevechtsbaan

In de CT zijn minimaal twee personen aanwezig: de commandant gevechtsbaan en een assistent. Hier vindt de baancoördinatie plaats. Vanuit de CT bedient men de signaallichten op de toegangen naar de baan. Deze geven aan of de baan al dan niet betreden mag worden. Er bevindt zich een bedieningspaneel waarop het vuren van de mitrailleurs en het tot ontploffing brengen van de explosieven in de diverse putten kan worden geactiveerd. Tevens kan de toespreekinstallatie bediend worden, indien er aanleiding is voor corrigerende opmerkingen. Vanuit de CT wordt ook de schietoefening geleid als alle deelnemers de eindloopgraaf hebben bereikt. Zij voeren met het persoonlijk wapen een schietoefening uit op willekeurig opklappende schietschijven. Tenslotte wordt in de CT een beoordeling opgemaakt van alle verrichtingen. De communicatie wordt onderhouden via een intercomverbinding met de MT en er is een telefoon aanwezig.

De indeler krijgt bij de aanvang van de oefening van de commandant gevechtsbaan de opdracht de deelnemers zich te laten opstellen op de startpositie vlak voor de gevechtsbaan. Voor een rood signaallicht, nabij de beginloopgraaf, wordt gewacht totdat vanuit de CT het sein tot betreden van de beginloopgraaf wordt gegeven. Na afloop van de oefening keert men in gebouw 208 terug.

2.2.5 Commandant mitrailleurs

De commandant mitrailleurs bevindt zich in de MT. Er is een directe verbinding met de schutters. Een intercom en een telefoon zijn aanwezig. Hij draagt, voorafgaande aan de oefening, zorg voor de juiste wapeninstellingen en het leggen en aansluiten van explosieven in de putten. De afstelling van de wapens wordt door experts van de wapenafdeling uitgevoerd. Tijdens de oefening neemt de commandant mitrailleurs het personeel op de baan waar en fungeert als intermediair tussen de schutters en de commandant gevechtsbaan.

2.2.6 Schutters

In elke mitrailleurpost MP1 (210), MP2 (211) en MP3 (212) kan zich een schutter bevinden, die het activeren van het vuren door de baancommandant vrijgeeft, door een ontgrendelingspedaal ingedrukt te houden. Met het wapen kan uitsluitend een horizontale beweging worden gemaakt over een hoek van maximaal 10° (vuurspreiding). De waarneming in de mitrailleurposten vereist een overzicht van de eigen vuursector en de controle van de hoogte van de inslagen in de kogelvanger op 200 m afstand. De schutter staat via een headset in verbinding met de mitrailleurcommandant. De schutters installeren de wapens en krijgen, van de commandant gevechtsbaan, via de mitrailleurcommandant toestemming om de wapens te laden of te ontladen.

2.3 De controle op het verloop van de oefening

2.3.1 Bij daglicht

Op de CT wordt de gehele baan van beginloopgraaf tot de kogelvanger overzien. Voor het bekijken van details gebruikt men een 7 maal vergrotende verrekijker. Met name de controle op "het laag blijven" van de deelnemers op de baan en het kunnen lezen van de helmnummers is een belangrijke waarnemingstaak. Daarnaast worden van hieruit de mitrailleurs geactiveerd en het trotyl in de putten tot ontploffing gebracht. Verder staan twee microfoons ter beschikking om de deelnemers op de baan (corrigerend) toe te spreken.

De commandant mitrailleurs (MT) heeft zicht over de breedte van de baan vanaf de beginloopgraaf.

De schutters hebben via het schietluik zicht op de eigen vuursector van de baan. Zij kunnen het personeel op de baan tot aan de ondergrondse bunker ongehinderd waarnemen. Het wapen staat op ongeveer 1,70 m boven de baan opgesteld. De schutters houden tijdens het schieten de hoogte van de inslagen op de kogelvanger in het oog. Het ge- of ontladen zijn van het wapen wordt door de schutter met signaallichten—naast elke mitrailleurpost—zichtbaar gemaakt en kan door de commandant op de CT worden waargenomen.

2.3.2 Bij duisternis

2.3.2.1 Algemene baanverlichting

Bij duisternis kan de algemene baanverlichting worden ontstoken. Vanuit 4 masten wordt de baan vanaf de begin- tot de eindloopgraaf verlicht. De algemene baanverlichting is bedoeld om voor en na de oefeningen de baan te kunnen betreden en diverse werkzaamheden ter voorbereiding of afronding van een oefening te kunnen uitvoeren.

2.3.2.2 Nabij infra-rood (NIR) TV-systeem

In Figuur 2 is aangegeven welke spectrale gevoeligheid of emissie de diverse systeemdelen hebben om waarneming bij duisternis mogelijk te maken. Het zichtbare gebied (400–700 nm) is ook met de camera waar te nemen. Ter vergelijking is de gevoeligheid van het menselijk oog in de figuur opgenomen. Bij duisternis leveren de schijnwerpers energie vanaf 715 nm (nabij infra-rood: NIR). De camera heeft in dit nabij infra-rode gebied nog een extra gevoeligheid. Terwijl het voor de deelnemers op de baan (vrijwel) duister is, kan het baanpersoneel het buitenbeeld op de monitoren waarnemen als bij dag. De spot die de laserscanner produceert mag het waarnemingssysteem niet storen en heeft een golflengte van 1540 nm. In dit gebied is het NIR systeem niet gevoelig. De plaatsen die men overdag overziet, worden bij duisternis met camera's bewaakt. In Figuur 1 is aangegeven waar en hoeveel camera's ● zijn geplaatst. De baan wordt in dat geval met NIR schijnwerperlicht bestraald. In Figuur 1 is aangegeven waar en hoeveel schijnwerpers ▷ zijn geplaatst. De waarneming geschiedt op dezelfde positie als bij daglicht. Er worden op de torens plateaus

met monitoren in het gezichtsveld van het baanpersoneel gedraaid. Voor een overzicht van de baan zijn op de CT en MT meerdere monitoren naast elkaar geplaatst (Figuur 3a-c).

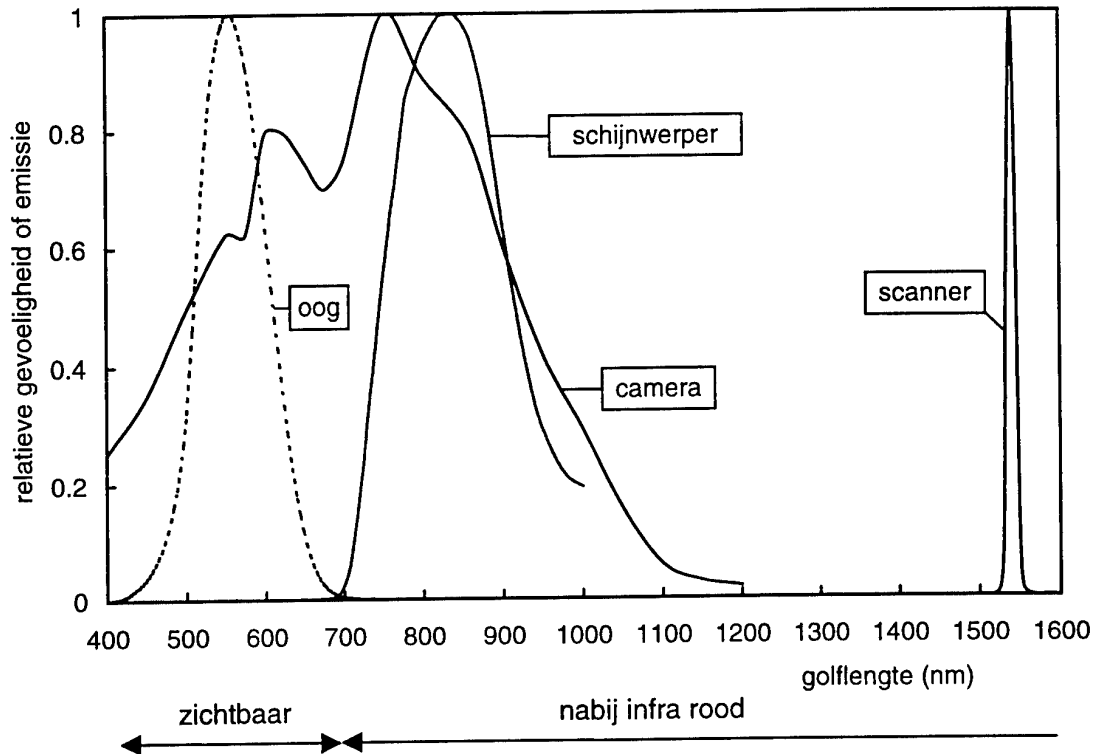


Fig. 2 In het spectrale gebied van 400 tot 1600 nm is aangegeven hoe de relatieve gevoeligheid of emissie van de diverse systeemdelen zich verhouden. Ter vergelijking is de gevoeligheid van het menselijk oog aangegeven. De camera bestrijkt zowel het visuele als het nabij infra-rode (NIR) gebied. De schijnwerpers leveren energie vanaf 715 nm, zodat het voor de deelnemer op de baan duister blijft, terwijl de monitoren in de waarnemingsposten een beeld leveren als bij daglicht. De spot die de laserscanner produceert mag niet "gezien" worden. De golflengte van dit systeem ligt op 1540 nm en is smalbandig.

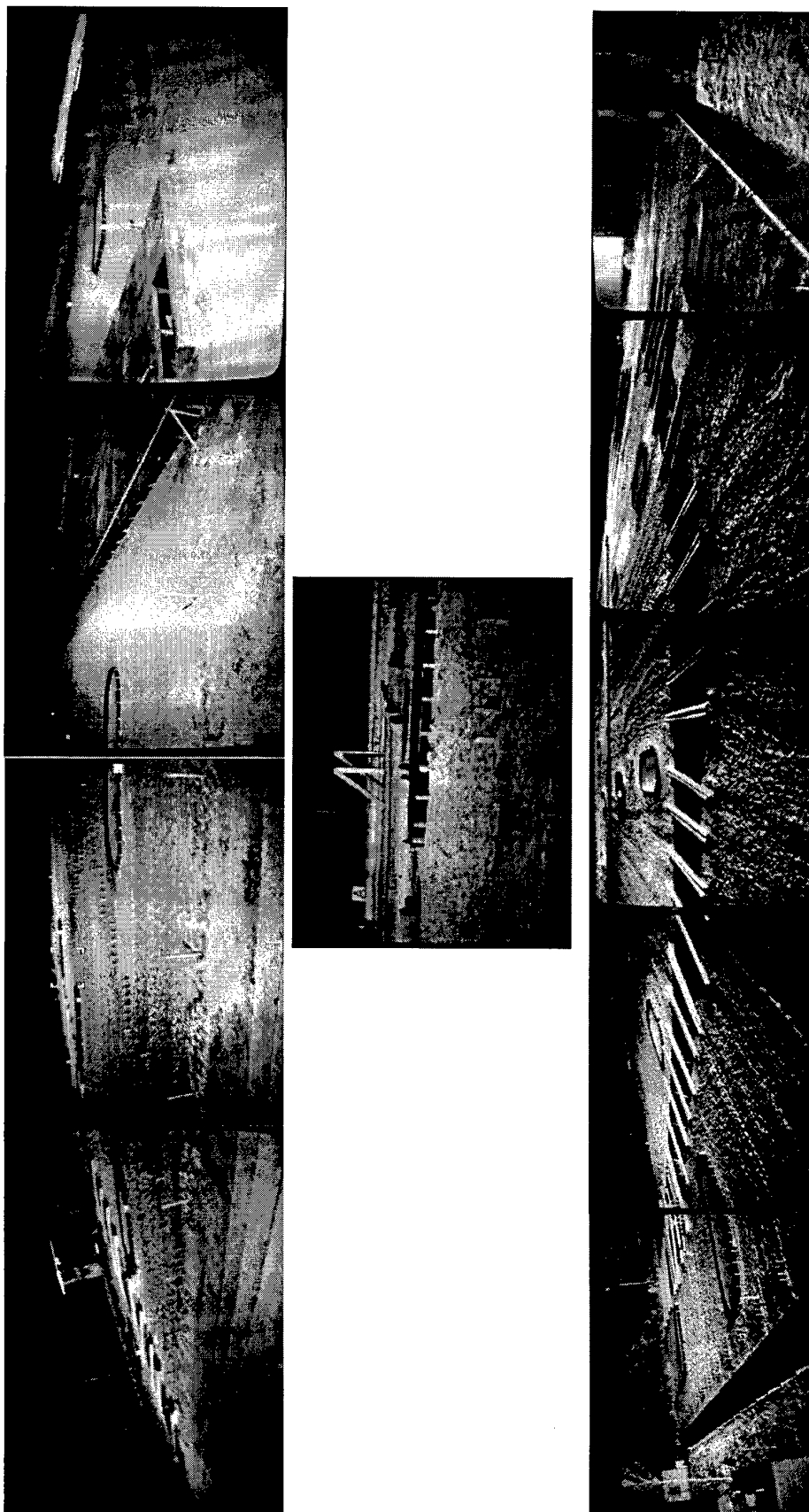


Fig. 3 (a) De bovenste foto geeft het overzichtsbeeld van de camera's op de CT. Het beeld is op vier aaneengesloten monitoren zichtbaar. (b) De vijfde (rechter) monitor geeft een detailbeeld van een beweegbare camera. De positie van het detailbeeld is met een kader ter oriëntatie aangegeven in het overzichtsbeeld. (c) De onderste foto laat zien dat de commandant mitrailleurs (MT) vanaf zijn positie een overzicht op de baan heeft op vijf aaneengesloten monitoren.

Detailwaarneming voor het lezen van helmnummers wordt op een aparte monitor op de CT uitgevoerd. De detailcamera is het alternatief voor de verrekijker overdag.

De schutters hebben een monitorbeeld van hun eigen sector (Figuur 4). Men ziet hier het terrein voor de MP tot de ondergrondse bunker en het gedeelte van de kogelvanger, waar de inslagen terechtkomen. Verder krijgt men hier een visuele indicatie van het mogelijk te hoog komen van iemand op de baan.

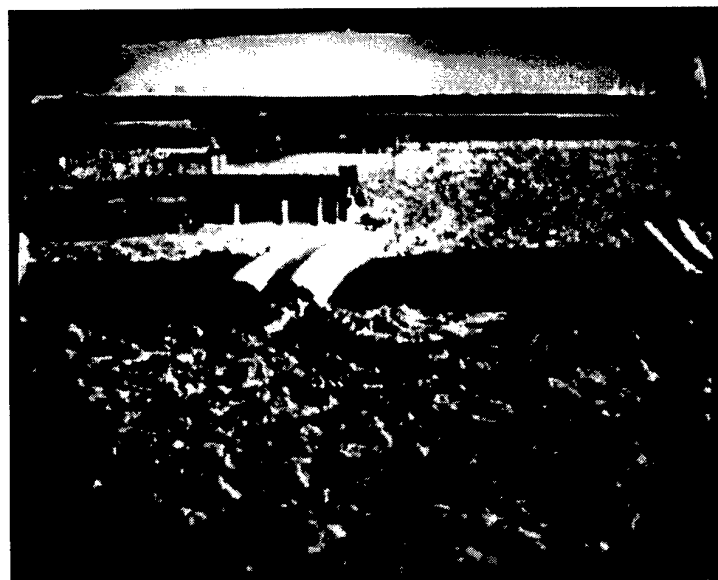


Fig. 4 Op de foto is het beeld te zien dat de schutter heeft van de eigen vuursector. Het beeld bestaat uit 3 delen. De bovenste strook is dat deel van de kogelvanger waarop de kogelinslagen van het eigen wapen terecht komen. Daaronder bevindt zich een grijze foutenbalk van de laserscanner ter indicatie van het doorbreken van een horizontaal veiligheidsvlak. Het onderste beeld is afkomstig van de camera direct voor de mitrailleurpost. Deze overziet de baan binnen en ruim buiten de eigen vuursector tot de ingang van de ondergrondse bunker.

3 HET WAARNEMINGSSYSTEEM IN DETAIL

3.1 Ergonomische aspecten

De uitbreiding van de bestaande posten met apparatuur en bedieningsorganen ten behoeve van bewaking bij duisternis heeft z'n invloed op de inrichting van de diverse posten. Het bewakingssysteem is zoveel mogelijk geïntegreerd in de bestaande installatie. Er is niet gekozen voor grondige verbouwingen. Om het overzicht van het bedieningspaneel en de monitoren zo optimaal mogelijk te maken, werd een aparte opdracht voor eventuele verbeteringen aan de werkplekken geformuleerd. In eerste instantie is een lijst gemaakt met ergonomische knelpunten (Van Bergem & Punte, 1996). De belangrijkste knelpunten waren:

CT

- De bediening van de knoppen op het console in combinatie met het zicht op de monitoren
- De grote waarnemingshoek van het overzichtsbeeld
- De bediening van de detailcamera
- De bediening van het trotyl
- De bediening van de baanverlichting.

Daarnaast bleek het ook belangrijk dat in de MP's goed afgeschermdde nachtverlichting wordt aangebracht. In het rapport (Punte & Van Bergem, 1998) worden adviezen gegeven tot verbetering.

3.2 NIR bestraling

3.2.1 Bestraling gevechtsbaan

In het advies over de visuele bewaking bij duisternis (Varkevisser, 1992) werden eisen gesteld aan de toegestane inhomogeniteit van de baanbestraling. Op de grootste afstand van de CT mag de inhomogeniteit maximaal een factor 2 bedragen. Naderbij wordt maximaal een factor 5 toegestaan. Er zijn twee identieke sets NIR-schijnwerpers geplaatst. De ene set geeft baanbestraling, de andere set is standby voor het geval een lamp uitvalt. De gevechtsbaan is van de begin- tot de eindloopgraaf uitgelicht met tien NIR schijnwerpers (Figuur 5). In de masten L1 en L2 zijn per set elk vier schijnwerpers gemonteerd. Per mast twee bovenin, die de overzijde van de baan bestralen en twee onderin die het voor- tot middenterrein bestralen. Om de meest linker- en rechterhoek van de baan optimaal te bestralen zijn tevens twee schijnwerpers onder het dak van de CT gemonteerd. Met deze opstelling blijkt het mogelijk om binnen de maximaal toegestane inhomogeniteit te blijven. De procedure voor een homogeniteitsmeting wordt beschreven in Bijlage C.4.3.

3.2.2 Bestraling kogelvanger

Per camerapositie zijn een tweetal schijnwerpers actief ter bestraling van de kogelvanger. Per positie zijn steeds twee identieke sets schijnwerpers geplaatst (zie ook § 3.2.1).

3.3 Waarnemingsmiddelen

3.3.1 Hoofdcommandotoren CT

Op de CT zijn vier camera's geplaatst die tezamen het overzicht geven van de gevechtsbaan vanaf de beginloopgraaf tot de eindloopgraaf. De camera's hebben elk een horizontale beeldhoek van ruim 40° en zijn zodanig uitgericht, dat telkens enkele graden met de buurman wordt overlapt.

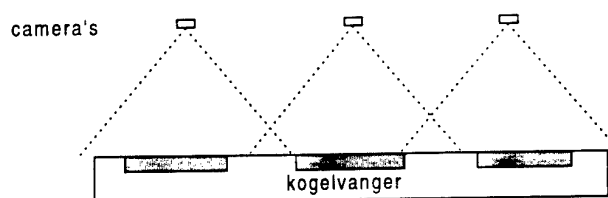
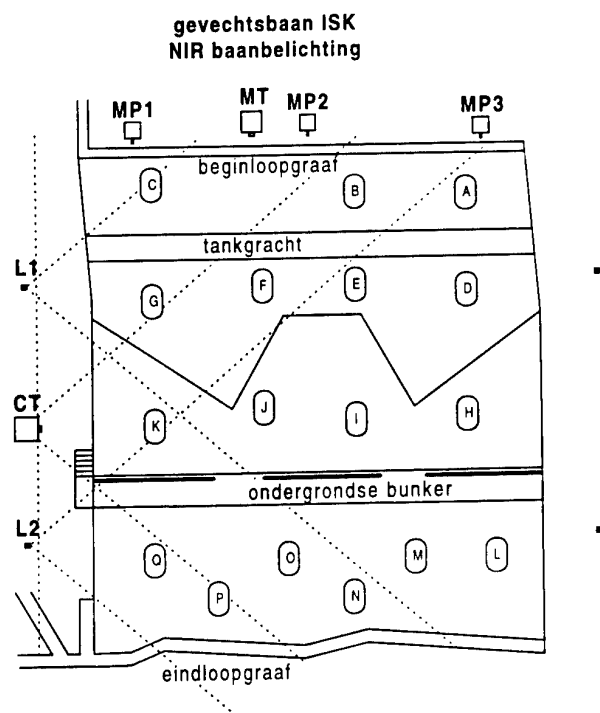


Fig. 5 Op de plattegrond zijn de grenzen van de NIR schijnwerperstraling met stippellijnen ingetekend. Op elke lichtmast, L1 en L2, bevinden zich vier schijnwerpers die de baan homogeen uitlichten. Ter ondersteuning van de belichting van de zijkanten van de baan zijn aan het dak van de CT nog twee schijnwerpers gemonteerd. De kogelvanger wordt per camerapositie met twee schijnwerpers belicht.

Op de grens van twee beelden is dus hetzelfde deel van de baan op twee monitoren tegelijk te zien. De monitoren zijn aaneengesloten op een draaibaar plateau opgesteld. In de nachtsituatie wordt dit plateau boven het bedieningspaneel gedraaid. De werkpositie blijft daarmee identiek: overdag kijkt men over het bedieningspaneel uit op de baan, bij duisternis is dit beeld op dezelfde positie vervangen door monitoren. Om een detail op de baan, zoals een

helmnummer, te kunnen zien is een beweegbare camera aangebracht. De beeldhoek van deze camera is 5° . Het beeld van deze camera is op een aparte monitor, op hetzelfde plateau, zichtbaar. Om de relatie tussen het detail- en overzichtsbeeld vast te stellen, wordt de positie van de detailcamera als een kader (aangegeven met een viertal witte hoekjes) op het overzichtsbeeld zichtbaar gemaakt. Beweegt de detailcamera, dan verplaatst het kader zich. Op deze wijze kan men zich altijd oriënteren. Zie Figuur 6 voor een overzicht van de cameradekking vanuit de CT.

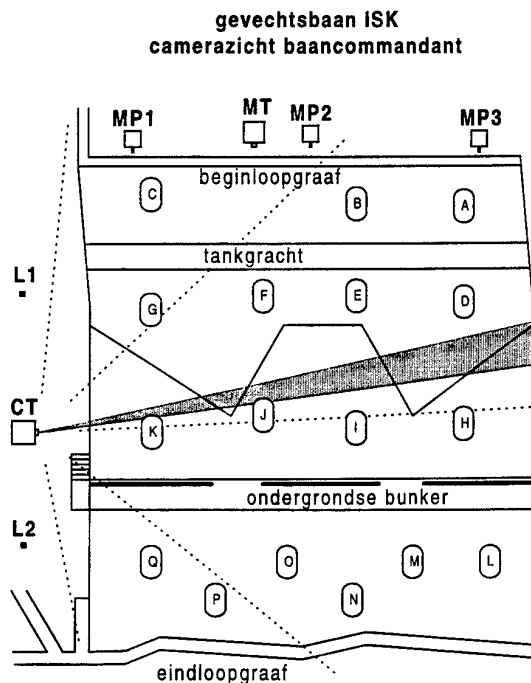


Fig. 6 Camerazicht vanuit de CT. De stippellijnen op de plattegrond geven de grenzen aan van elke camera. De totale baan vanaf begin- tot eindloopgraaf wordt overzien. Verder weg gelegen details worden met de detailcamera bekeken (grijs).

De beweegbare camera wordt door middel van een joystick op het bedieningspaneel bestuurd. Hoe verder de joystick uit de middenpositie wordt bewogen, hoe sneller de camera zich verplaatst. De snelheid is evenredig met de hoekuitslag van de joystick. De richting waarin de joystick wordt bewogen levert een overeenkomstige bewegingsrichting van de camera op. Laat men de joystick los, dan veert deze terug in de middenstand en stopt de camera. Om te voorkomen dat de beweegbare camera buiten het overzichtsbeeld wordt gedraaid zijn snelheidsbegrenzingsgebieden en stopgebieden in het overzichtsbeeld vastgelegd. In Bijlage B zijn de details en toestandsdiagrammen uitgewerkt. Zodra het kader de beeldrand van het overzichtsbeeld nadert of raakt, begint dit te knippen. De camera stopt als het kader de beeldrand raakt. Pas als de camera in de tegenovergestelde richting wordt bewogen, is het kader weer continu zichtbaar.

3.3.2 Mitrailleurcommandotoren MT

Evenals op de CT heeft de commandant mitrailleurs vanuit zijn positie op de MT een overzicht van de baan op een vijftal aaneensluitende monitoren. De monitoren zijn op twee plateaus geplaatst. Worden de plateaus in de positie voor het raam gedraaid, dan ontstaat een aaneengesloten overzichtsbeeld. In deze positie heeft men dezelfde zichtrichting, bediening en taakuitvoering als bij daglicht. Evenals op de CT is het beeld van de camera's op de beeldranden enkele graden overlappend met de buurman. De totale beeldhoek is ongeveer 200°. Op verzoek van het ISK is de camera-unit onder het dak geplaatst, om ook nog enig overzicht te hebben van het baangedeelte na de ondergrondse bunker. Hierdoor is de beginloopgraaf vlak voor de MT niet geheel zichtbaar. Dit wordt echter opgevangen door het camerazicht vanuit de CT. Zie Figuur 7 voor een overzicht van de cameradekking vanuit de MT.

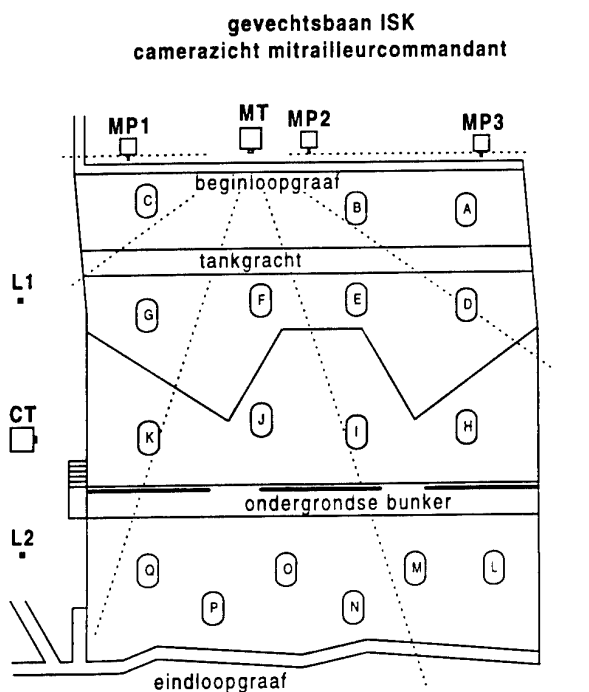


Fig. 7 Camerazicht vanuit de MT. De stippellijnen op de plattegrond geven de grenzen aan van elke camera. De totale baan wordt in de breedte overzien.

3.3.2.1 Voorkomen van instraling NIR schijnwerpers op de camera's

De opstelling van de schijnwerpers is zo gekozen, dat deze niet rechtstreeks kunnen worden "gezien" door de camera's. Alleen voor enkele camera's op de MT is dat een probleem. Hierbij is buiten het camerahuis een zodanige optische afscherming aangebracht, dat wel de baan, maar niet de lichtbronnen—vanaf de CT en de lichtmasten L1 en L2—door de camera's, die in deze richting staan uitgericht, kunnen worden "gezien".

3.3.3 Mitrailleurposten (MP1, 2 en 3) en kogelvanger

Een plattegrond van het overzicht dat de schutters hebben is in Figuur 8 weergegeven. De schutters hebben een monitorbeeld van hun eigen sector. Dit beeld (Figuur 4) bestaat uit drie onderdelen:

- een 16° beeld van het terrein voor de MP (§ 3.3.3.1).
- beeld van de kogelvanger, afkomstig van een camera nabij de kogelvanger met een beeldhoek van 72° (§ 3.3.3.2).
- een grijze veiligheidsbalk afkomstig van een laserscanner voor het detecteren van het doorsnijden van een horizontaal veiligheidsvlak (§ 3.3.3.3).

3.3.3.1 Beeld kogelvanger

De camera van het terrein voor de MP is 1,10 m boven de baan geplaatst en overziet de baan tot aan de ondergrondse bunker. De camera nabij de kogelvanger laat de inslagen van de kogels zien en wordt, vanwege de korte afstand tot de kogelvanger (20 m), niet gehinderd door stof of mist. Deze camera's zijn zodanig afgeschermd, dat alleen het beeld van de kogelvanger (ongeveer 16% van de beeldhoogte) wordt "gezien".

3.3.3.2 Beeld gevechtsbaan

Het onderste gedeelte van het beeld is afkomstig van de camera, geplaatst midden voor de mitrailleurpost (direct boven de laserscanner). Deze camera geeft een overzicht van de eigen sector vanaf enkele meters voor de beginloopgraaf tot aan de ingang van de ondergrondse bunker op 60 meter afstand. De beweging van de deelnemers in dit beeld, de indicatie die de laserscanner geeft en de inslagen op de kogelvanger zijn bij duisternis de informatie waaruit de schutter de conclusie trekt om het vuren al dan niet te blokkeren.

3.3.3.3 Veiligheidsvlak laserscanner

De grijze veiligheidsbalk in het beeld is afkomstig van een laserscanner, die onder de camera is gebouwd. De scanner staat opgesteld midden voor de mitrailleurpost op een hoogte van 0,95 m boven de baan. Vanuit de laserscanner wordt een horizontaal bewegende laserstraal uitgezonden met een golflengte van 1540 nm. 40 maal per seconde tast de laserstraal een retroreflecterende strip af die op de ondergrondse bunker is geplaatst. Als het signaal ongehinderd wordt ontvangen, blijft de balk in het beeld egaal grijs. Komt iemand te hoog, of vindt er een trotylontploffing plaats en wordt de straal minstens vier maal op dezelfde plaats onderbroken dan wordt dit in het beeld gemeld via een helderheidsverandering van grijs naar wit (Stroethof, 1994). Iedere 1/10 s vindt er dus detectie plaats. De laserscanner indicatie moet worden opgevat als een secundaire veiligheidsmaatregel. Primair is van belang wat zich op het beeld afspeelt.

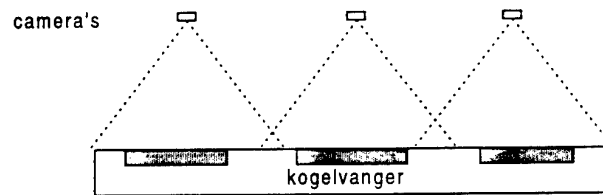
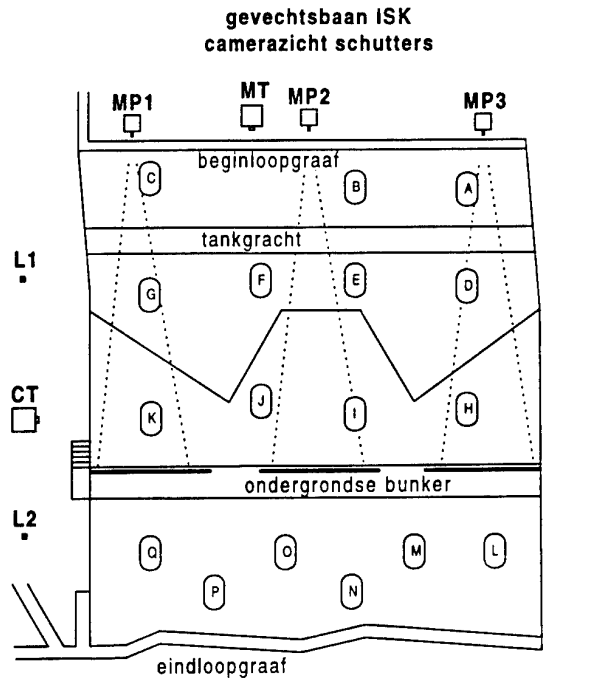


Fig. 8 Camerazicht vanuit de MP. De stippellijnen op de plattegrond geven de grenzen aan van elke camera. Elke schutter heeft een beeld van de eigen vuursector. De grijs aangegeven vlakken op de kogelvanger zijn de vuurspreidingsgebieden.

4 CAMERA ZICHT IN VERGELIJKING TOT DIRECT ZICHT

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de verschillen tussen direct zicht en camera zicht. Tevens wordt een vergelijking gegeven van de afmeting van het kleinste waarneembare detail met het blote oog en via de monitor.

4.1 Verschillen tussen direct en camera zicht

Bij duisternis wordt het zicht op de baan overgenomen door de camera's: het directe zicht wordt vervangen door camera zicht. Bij het ontwerp van het TV-systeem is gestreefd naar een zo goed mogelijke vergelijking met de dagsituatie. Toch zijn er algemene verschillen:

direct zicht (daglicht)	camera zicht (duisternis)
zicht op de baan en de gehele omgeving, inclusief toegangen en paden rond de baan	uitsluitend zicht op de baan vanaf de begin tot de eindloopgraaf, buiten het zicht van de camera's is men <i>blind</i>
het detail dat het baanpersoneel kan zien is afhankelijk van de gezichtsscherpte	het waargenomen detail wordt bepaald door het beeldsysteem. Gekozen is voor een voldoende resolutie bij toepassing van een minimaal aantal camera's. De gezichtsscherpte van een beeldsysteem is omgekeerd evenredig met de beeldhoek (bij 8° is de gezichtsscherpte 1).
voor het waarnemen op grote afstand kan een verrekijker worden gebruikt	voor het waarnemen op grote afstand beschikt alleen de CT over een bestuurbare detailcamera die met een joystick kan worden bediend
bij mistig weer kan het voorkomen dat de schutter geen zicht op de kogelvanger heeft	bij mistig weer blijft het zicht op de kogelvanger behouden omdat de camera's dicht bij de kogelvanger staan opgesteld. Camera zicht bij mist onderscheidt zich niet van direct zicht onder dezelfde omstandigheden

4.2 Detail zicht

4.2.1 Het zien van details met het blote oog

Het vermogen om kleine details waar te nemen hangt af van het oog van de waarnemer. Gemiddeld mag worden uitgegaan van een gezichtsscherpte¹ van 1. Hieruit is de grootte van het kleinst waarneembare detail op een gegeven afstand te berekenen. Bij deze berekening is, vanwege de niet al te hoge contrasten op de baan, de afmeting van het kleinst waarneembare detail op een gegeven afstand veiligheidshalve verdubbeld.

4.2.2 Het zien van details via het TV-systeem

Per camera is gegeven: de horizontale zichthoek², bepaald door het gekozen objectief en de resolutie³ van het beeldsysteem uitgedrukt in een aantal beeldlijnen. De minimale detailhoek, bepaald met de Landolt-C methode, levert een twee maal zo kleine hoek op dan de hoek van de lijnbreedte van een nog net zichtbaar beeldlijnenpatroon (Riggs, 1965; Oda & Nakamo, 1992). Het blijkt dus dat details met een hoog contrast tot de halve lijnbreedte nog kunnen

¹ Gezichtsscherpte of visus wordt uitgedrukt in bgrmin^{-1} . Voor visus 1 is het kleinste detail omsloten door een hoek van 1' (1/60 graad).

² De verticale zichthoek is 75% van de horizontale zichthoek.

³ De cameragegevens staan vermeld in Bijlage B.

worden vastgesteld. Gegeven de niet al te hoge contrasten en de bandbreedtebeperking van het beeldsysteem is bij de berekening van het kleinste detail echter van de volledige lijnbreedte uitgegaan (formule 2, Bijlage B3).

Het hangt van de taak af welke detailgrootte de camera nog moet kunnen weergeven. De resolutie van de toegepaste beeldsystemen is ongeveer 450 beeldlijnen (Bijlage B.3). De resolutie van het beeldsysteem voor het zien van kogelinslagen is ongeveer 300 beeldlijnen. In de onderstaande tabellen is de grootte van het minimaal detail gegeven op de afstand van de meest kritische waarnemingstaak met camera zicht en met direct zicht (overdag). Tenslotte kijkt men naar het beeldscherm. Bij de gegeven afmetingen van het beeldscherm en de gebruikelijke waarnemingsafstand (Bijlage B.4) blijkt de invloed hiervan op het detailzien voor een persoon met minstens een gezichtsscherpte 1 te verwaarlozen.

4.2.3 Kleinst waarneembare detailgrootte

In de onderstaande tabel is een vergelijking gemaakt tussen direct zicht en camerazicht bij het waarnemen van het kleinste mogelijke detail.

positie	meest kritische waarnemingstaak	afstand (m)	kleinst waarneembaar detail	
			camera zicht (cm)	direct zicht (cm)
CT	een liggende deelnemer aan de overzijde op het overzichtsbeeld	100	17	6
	helmsnummers lezen op de detailmonitor	100	2	2 ⁴
MT	een liggende deelnemer bij de ondergrondse bunker	60	10	4
MP1	een liggende deelnemer bij de ondergrondse bunker	60	4	4
MP2		28 ⁵	12	12 ⁵
MP3				

Toelichting

De overzichtscamera's geven minder detailzicht dan met het oog kan worden bereikt, bijvoorbeeld 17 cm versus 6 cm. Toch is dit nog voldoende om de deelnemer te zien liggen, waarbij wordt aangenomen dat deze in de meest ongunstige projectie een kleinste afmeting heeft van ± 20 cm. Bij het lezen van het helmnummer is uitgegaan van een stokdikte van het teken van 2 cm. Als de stok nog te zien is, is het nummer zeker leesbaar. De kritische leesafstand zal enige malen groter zijn dan de afstand in de tabel.

De werkinstructie bepaalt dat niet meer geschoten mag worden als de eerste deelnemer de ondergrondse bunker verlaat. Het is dus voldoende om de deelnemers tot deze bunker te kunnen volgen.

⁴ Gezien met een 7 maal vergrotende kijker, in de hand gehouden (Varkevisser, 1996).

⁵ De kogelvanger ligt op 20 meter afstand vanaf de camera in het voorterrein. De grootste afstand tot de camera is uiterst links of rechts 28 m. Dit beeld wordt op de monitor van de schutter overgebracht. Bij het direct zicht is de afstand echter 200 m.

Door het ISK is gesteld dat een kogelinslag, inclusief opspattend zand, een grootte heeft van minimaal 15 cm (Notitie, 27 maart 1996). Het minimaal zichtbare detail met camera zicht dekt deze eis.

4.2.4 Het lezen van helmnummers

Tot nu toe stelt het ISK stalen helmen ter beschikking aan de deelnemers van de oefening. Deze helmen zijn wit en hebben zwarte cijfers (1 tot en met 30). De helmen voor het kaderpersoneel zijn afwijkend (soms ook van kleur) en hebben een letter A, B, C en R. De stokdikte van de tekens is ongeveer 2 cm en de tekenhoogte is ongeveer 10 cm. Vanaf de CT moeten de helmnummers kunnen worden gelezen tot op de grootste afstand (100 m). Uit § 4.2.3 blijkt dat deze tekens op de grootste afstand alleen leesbaar zijn met behulp van een verrekijker bij dag of met de detailcamera bij duisternis. Het is echter de bedoeling om de deelnemers met de eigen helm te laten oefenen. Deze helm is legergroen en eventueel voorzien van een camouflage overtrek. Het is in dat geval noodzakelijk dat het ISK helmnummers verstrekt die aan de helm kunnen worden bevestigd. De lay-out van deze helmtekens is nog een punt van nader onderzoek, evenals de reflectie-eigenschappen van het te gebruiken materiaal. De nummers moeten immers over een breed golflengte gebied een hoog contrast hebben met de directe omgeving om voldoende leesbaar te zijn.

Conclusies

- De detailwaarneming van het overzicht van de baan met camera's is ongeveer drie maal minder dan met het blote oog. Toch is de grootte van het kleinst waarneembare detail voldoende: de voortbewegende deelnemer.
- Het camerazicht van de schutter is gelijkwaardig aan het zicht met het blote oog overdag.
- De helmnummers op de door het ISK verstrekte helmen zijn met detailcamera op de CT even goed leesbaar als met de verrekijker overdag.
- Bij gebruik van de eigen helm zijn nieuwe helmnummers noodzakelijk. Dit vereist een nader onderzoek in verband de leesbaarheid ervan over een breed golflengte gebied.

5 VERBETERINGEN AAN DE KWALITEIT VAN HET SCHUTTERBEELD

In de loop van de installatieperiode zijn een aantal adviezen gegeven en zijn verbeteringen aan de installatie uitgevoerd teneinde een schutterbeeld van voldoende kwaliteit te verkrijgen. Deze verbeteringen zijn:

- Het trillingsarm opstellen van de camera direct voor de MP. Controle op de mate van trilling en de daarmee gepaard gaande waarnemingsverslechtering tijdens het schieten wordt uitgevoerd met behulp van een gestandaardiseerde visus kaart. (Notitie Varkevisser, 17 februari 1997 en de meetprocedure in Bijlage C.5.2).

- De kwaliteit van het beeld op de monitor is aanzienlijk verbeterd door het installeren van een goede kwaliteit beelddeeler. Een aanvankelijke onbalans tussen het beeld van de kogelvanger en het voorterrein is hiermee verdwenen (Notitie Varkevisser, 14 januari 1977).
- De afzonderlijke beelden van de camera's en de laserscanner moeten op de monitor met elkaar in overeenstemming zijn. De procedure voor de uitrichting van de camera's en de laserscanner is opgenomen in het onderhoudshandboek (Bijlage C.5.3)
- De beeldverbinding vanaf de kogelvanger loopt via een tweedraadssysteem. De overdracht in termen van bandbreedte is van belang voor het zien van details, zoals de kogelinslagen. De afregeling van deze verbinding is vervat in een procedure in het onderhoudshandboek (Bijlage C.5.1).
- De camera's die de kogelvanger opnemen zijn optisch zodanig afgeschermd dat ze uitsluitend het beeld van de kogelvanger "zien". Dit is een smalle strook en de rest van het beeld is donker. De standaard diafragma-regeling van de camera is in dit geval niet in staat onder alle lichtomstandigheden een bruikbare instelling te maken. Door het aanbrengen van een videotopdetector-regeling tussen de camera en de diafragma-regeling wordt dit probleem voor dag- en nachtomstandigheden opgelost (Everts, 1998 en § 5.1).

5.1 Diafragma-regeling camera's nabij de kogelvanger

Elke camera heeft een objectief met een elektronische diafragma-regeling. De spanning van het videosignaal bepaalt de grootte van het diafragma. Is de scene donker, dan is de gemiddelde helderheid laag en wordt het gemiddelde videosignaal klein. Door het diafragma van het objectief in een regeling op te nemen, wordt er voor gezorgd dat het videosignaal van de camera binnen zekere grenzen volledig wordt uitgestuurd. In dit geval wordt het diafragma dus groter.

Het beeld van de camera's is zodanig afgeschermd dat deze alleen de kogelvanger "ziet". Zo'n 16% van het beeldhoogte bevat informatie. In dat geval zal de regeling, gebaseerd op de gemiddelde waarde van het videosignaal, niet correct functioneren. Het is niet meer mogelijk om en bij hoge en bij lage lichtomstandigheden een bruikbaar beeld te verkrijgen (over- of onderbelicht). Om dit probleem op te lossen is een convertor in de regeling opgenomen (Everts, 1998), die tijdens elk videoframe de topwaarde van het videosignaal gedurende de gehele lijnschrijftijd vasthoudt. Op deze wijze blijft bij vrijwel elke belichting van de kogelvanger een zichtbaar beeld gehandhaafd.

6 BEPROEVING

Er zijn met enige regelmaat oefeningen gehouden in diverse fasen van de opbouw van het systeem. In een vergevorderd stadium is in april 1997 is een oefening gehouden met personeel op de baan, waarbij ook werd gevuurd. De bevindingen waren:

- Met de overzichtsmonitoren en de detailmonitor kan de baan goed worden overzien. Het personeel op de baan kan met de detailcamera goed worden gevolgd.
- Op de MT kan het personeel vanaf 2 tot 3 m van de beginloopgraaf tot aan de ondergrondse bunker goed worden gevolgd.
- De mitrailleursschutters kunnen het voterrein vanaf ongeveer 3 meter voor de MP tot aan de ondergrondse bunker goed overzien. De kogelinslagen op de kogelvanger kunnen goed worden waargenomen.

7 SAMENVATTING

Risico

Defensie heeft ervoor gekozen om de oefeningen op de gevechtsbaan zo realistisch mogelijk uit te voeren. Dat betekent dat risico's voor het personeel toenemen als men de instructies en procedures niet strikt opvolgt.

Hulpmiddelen voor het waarnemen bij duisternis

- Vanuit de CT worden de NIR schijnwerpers, benodigd voor de baanbelichting van de TV-camera's, geschakeld.
- Vanuit de CT heeft men over de lengte van de gevechtsbaan een overzichtsbeeld op 4 aaneengesloten monitoren van de begin- tot de eindloopgraaf.
- Vanuit de CT is op een aparte monitor, voor het lezen van helmnummers en het gedetailleerd bekijken van het personeel op grote afstand, een joystick bestuurd camera aanwezig. De beeldgrenzen van het detailbeeld zijn ter oriëntatie in het overzichtsbeeld als een kader weergegeven.
- Vanuit de MT heeft men over de breedte van de gevechtsbaan een overzichtsbeeld op 5 aaneengesloten monitoren van de begin- tot de eindloopgraaf.
- Vanuit elke MP is een beeld te zien van de eigen vuursector vanaf enige meters voorbij de beginloopgraaf tot aan de ingang van de ondergrondse bunker. Op hetzelfde beeld is de kogelvanger afgebeeld om de kogelinslagen te kunnen waarnemen. Een foutenbalk in het beeld registreert doorsnijdingen met een horizontaal veiligheidsvlak vanaf de beginloopgraaf tot de ingang van de ondergrondse bunker.

Algemeen

- Buiten het bereik van de camera is het baanpersoneel blind.
- De camera's geven voldoende detail weer voor het uitvoeren van de waarnemingstaak.
- Bij het uitvallen van een lamp, kan worden omgeschakeld van schijnwerperset.
- Voor het bedienen en preventief onderhoud van het systeem is een gebruikers handboek beschikbaar.

- Voor het volgen van de procedures om een oefening voor te bereiden, uit te voeren en af te sluiten is een werkinstructie opgesteld. Tevens is hiervan een verkorte uitvoering ter plaatse beschikbaar.
- Voor het servicen van het systeem is een onderhoudshandboek samengesteld.
- De camera's en schijnwerpers moeten een onbelemmerd uitzicht hebben: verwijder tijdig de begroeiing.
- Geadviseerd wordt dat het ISK een logboek bijhoudt, waarin reparaties en onderhoud aan de gevechtsbaan worden genoteerd.
- Geadviseerd wordt dat bureau Veiligheid van het ISK opleiding en regelmatige bijscholing aan (nieuw) baanpersoneel geeft.

8 CONCLUSIES

- Het realiseren van een TV-bewakingssysteem om oefeningen bij duisternis mogelijk te maken is met succes afgerond.
- Het TV-bewakingssysteem geeft bij duisternis het buitenbeeld weer op monitoren.
- Het baanpersoneel heeft op dezelfde werkplek als overdag, bij duisternis een overeenkomstig zicht op monitoren.
- Aan de eisen van de zichtbaarheid op de monitoren: het volgen van militairen op de baan, het kunnen lezen van de helmnummers en het controleren van de inslagen van het mitrailleurvuur, is voldaan.
- Met de aanwezige schijnwerpers is een voldoende homogene NIR belichting gerealiseerd.
- Er is een secundair veiligheidssysteem aanwezig dat de schutter waarschuwt als iemand te hoog komt.
- Er zijn procedures gemaakt voor de taken van het baanpersoneel, de bediening van de apparatuur, het preventief en correctief onderhoud aan het TV-bewakingssysteem.
- Het ISK heeft met succes een beproeving gedaan om kennis te maken met het systeem.

DANKWOORD

Tijdens de opbouw van het systeem zijn DMKL, ISK, DGW&T, MTK, Siemens en TNO betrokken geweest. Een woord van dank aan allen waarmee, in goed overleg en nauwe samenwerking, dit middel bij training en opleiding van militair personeel tot stand is gekomen.

REFERENTIES

- Aarssen, A.A.M. (1994). *Programma van eisen voor de waarneming gevechtsbaan ISK bij duisternis* (PVE nummer 007904/00; NATO stocknummer: 0000-KL-104-8296(7)). Den Haag: Directie Materieel Koninklijke Landmacht.
- Anoniem (1977). *Elektronica Vademecum* (ISBN 9020110918). Deventer/Antwerpen: Kluwer Technische boeken BV.
- Bergem, P.M. van & Punte, P.A.J. (1996). *Ergonomische knelpunten controlepost schietbaan Harskamp* (Brief 16 februari 1996). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Boer, L.C. (1997). *Veiligheid van de gevechtsbaan bij nacht* (Rapport TM-97-A081). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Everts, A. (1998). *Service documentatie diafragmaregeling*. Service documentatie. Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Oda, K. & Nakamo, Y. (1992). Probability summation among spatial frequency channels and comparison of acuity measured with gratings and Landolt-C rings. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 33 (4), 1350.
- Oving, A.B. & Riemersma, J.B.J. (1998). *Werkinstructies en procedures voor oefeningen bij duisternis op de Gevechtsbaan van het ISK "De Harskamp"* (Memo TNO-TM 1998-M07). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Punte, P.A.J. & Bergem, P.M. van (1998). *Ergonomisch herontwerp hoofdcommandotoren ISK "de Harskamp"* (Rapport in concept). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Riggs, L.A. (1965). Visual acuity. In C.H. Graham et al. (Eds.), *Vision and visual perception* (pp. 321-349). New York: Wiley.
- Siemens (1997). *Onderhoudshandleiding CCTV voor het project Waarneming gevechtsbaan ISK bij duisternis*. Siemens Nederland BV.
- Siemens (1997). *Gebruikshandleiding CCTV voor het project Waarneming gevechtsbaan ISK bij duisternis*. Siemens Nederland BV.
- Stroethof, J.W. (1994). *Studie beveiliging Harskamp* (Rapport FEL 94-A115). 's-Gravenhage: TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium
- Varkevisser, J. (1996). *Visuele bewaking van het achterterrein op het oefenschietkamp ASK te Oldebroek* (Rapport TM 96-A043). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Varkevisser, J. & Everts, A. (1992). *Visuele bewaking van de gevechtsbaan op het infanterie schietkamp "De Harskamp" tijdens oefeningen bij duisternis* (Rapport IZF 1992 A-36). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Varkevisser, J. & Everts, A. (1996). *Voorstel tot verbetering van de besturing van het bewegingssysteem met de roller-bal* (Memo TNO-TM 1996-M19). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Soesterberg, 11 februari 1998



J. Varkevisser
(1e auteur, projectleider)

BIJLAGE A Geschiedenis realisatie waarnemingssysteem bij duisternis ISK

1990

TNO-TM werd advies gevraagd met betrekking tot (technische) mogelijkheden om oefeningen ook bij duisternis te houden op de gevechtsbaan "ISK" Harskamp.

In juli 1990 werd de eerste notitie naar aanleiding van een oriëntatie ter plaatse uitgebracht. De gedachte is dat observatie van degenen die over de baan moeten tijgeren het beste kan worden uitgevoerd met meerdere CCD televisie camera's die tevens een gevoeligheid hebben in het nabij infra-rode (NIR) spectrum van 700-1000 nm. Als de baan bij duisternis met NIR licht wordt bestraald, zijn de camera's in staat een beeld te leveren als bij daglicht. Dergelijke systemen zijn in de bewakingswereld commercieel en daardoor relatief goedkoop verkrijgbaar. Eerdere pogingen door DMKL om bij duisternis waar te nemen met HV brillen mislukten om de volgende redenen:

- bij mitrailleurvuur of ontploffingen slaan helderheidsversterker (HV) kijkers langdurig dicht
- de beeldhoek is te klein voor een overzicht en de resolutie is te laag voor het waarnemen van details
- men heeft geen zicht op de te bedienen apparatuur.

Op grond van deze bevindingen werd een onderzoek gestart naar de haalbaarheid van het werken via monitoren in plaats van direct zicht en het opstellen van specificaties en randvoorwaarden aan een bewakingsofstelling op de gevechtsbaan van het ISK met nabij infra-rood gevoelige camera's en schijnwerpers.

1992

In het rapport IZF 1992 A-36 wordt op grond van een onderzoek naar de haalbaarheid van het gebruik van camera's en monitoren een aantal conclusies gegeven en aanbevelingen gedaan om een bewakingssysteem bij duisternis te realiseren.

1994

DMKL besluit tot realisatie over te gaan van het geadviseerde bewakingssysteem.

De belangrijkste zaken waarover werd geadviseerd waren:

- het vaststellen van de eisen aan alle systeemdelen
- selecteren van een geschikte firma, die het bewakingssysteem kan realiseren
- het doen leveren van procedures en handleidingen voor het gebruik
- na realisatie in een proeffase bekijken of het systeem in alle opzichten voldoet. Hierbij kan worden gedacht aan een risico-vergelijking tussen dag en nacht (Boer, 1997).

Eind 1994 viel de keus op de firma Siemens om de installatie te leveren.

1995

In januari 1995 werd door de firma Siemens een proefopstelling met een aantal camera's getest. Bij deze beproeving werd de definitieve camera-opstelling, de objectiefhoeken en de plaats van de monitoren bepaald.

De belangrijkste zaken waarover door TNO-TM gaande de opbouw van het systeem werd geadviseerd waren:

- eisen aan de bediening en uitvoering van het systeem voor de bediening van de detail-camera

- principe-afspraken over (preventief) onderhoud en service. Tevens over het beschikbaar stellen van de nodige handleidingen en de afnamekeuringen door de MTK en TNO-TM.
- homogeniteitsmeetprocedure
- afregeling tweedraadverbinding
- uitrichten camera's
- eisen aan de nieuw te leveren helmnummers.

Vervolgens stelde Siemens eind juli 1995 een realisatieschema op. Hierin waren alle aspecten van de levering opgenomen tot en met de oplevering, de handleidingen en de opleidingen van de gebruikers. De einddatum was aanvankelijk gesteld op eind december 1995.

In augustus 1995 maakte het ISK bezwaar tegen het boven het maaiveld plaatsen van camera's in het terrein bezijden de kogelvanger, vanwege de kans op beschadiging tijdens het schieten. Er werd een wijziging in het plan opgenomen om de camera's in ingegraven posities voor de kogelvanger te plaatsen. TNO-FEL zou zorgdragen voor het installeren van de infra-rood scanners. Eind december moest de afnamekeuring worden uitgesteld vanwege de vroege vorstival.

1996 en 1997

In 1996 werden door TNO Technische Menskunde en bureau militair technische keuringen (MTK) uit Amersfoort diverse werkbezoeken en afnamekeuringen gehouden, waarbij telkens rapport werd uitgebracht aan DMKL. De bevindingen en onvolkomenheden van het geplaatste systeem werden in overleg met DMKL, Siemens, de MTK, TNO en zonodig het ISK besproken.

Leden van bureau Veiligheid van het ISK kregen een instructie voor de bediening van de apparatuur. In 1997 werd een werkinstructie uitgebracht, waarin diverse bevoegdheden, de taakverdeling van het baanpersoneel en randvoorwaarden tot het gebruik van de baan bij duisternis zijn beschreven.

De laserscanners, die dienen als een secundaire beveiliging van de baan, werden in een tweede opleveringsfase geïnstalleerd en getest. Een aanvulling werd gemaakt op de diafragmaregelingen van de camera's in het voorterrein om bij alle lichtomstandigheden een bruikbaar beeld te verkrijgen. Tenslotte werd een tweede set NIR-schijnwerpers gemonteerd, teneinde snel te kunnen omschakelen bij de uitval van een lamp.

BIJLAGE B Camerasysteem

B.1 Technische gegevens camera's

Camera type	CCD Compact Camera K 240
Siemens typenummer	2GF 1025-8AA
Norm	CCIR 625 lijnen, 50 halfbeelden/sec
Beeldsensor	Frame transfer CCD (Charged Coupled Device)
Sensorgrootte	$4.8 \times 6.5 \text{ mm} \approx \frac{1}{2}"$ beeldformaat
Oplossend vermogen	520 lijnen horizontaal 420 lijnen verticaal
Minimum scenebelichting	0.2 lx met IR gecorrigeerd objectief diafragma 1.4, met versterkingsregeling en zonder IR-filter
Videoversterker	uitgangsspanning 1 Vtt bij 75Ω
Signaal ruisverhouding	$\geq 46 \text{ dB}$ bij gamma 1
Gamma	omschakelbaar tussen 0.45 (default) en 1
Spectrale gevoeligheid	zie Figuur 2 in § 2.3.2.2
Nadere informatie in onderhoudshandleiding, hoofdstuk 9.	

B.2 Objectiefhoeken

Het doel van, en de hoeken die de diverse camera's overzien, zijn in onderstaande tabel gegeven.

positie van de camera	doel	aantal	horizontale hoek (°)	verticale hoek (°)
CT	baanoverzicht	4	44	33
CT	detailzicht	1	5,2	3,9
MT	baanoverzicht	5	44	33
MP1	overzicht vuursector	1	16	12
MP2	overzicht vuursector	1	16	12
MP3	overzicht vuursector	1	16	12
nabij kogelvanger	waarnemen kogelinslagen	1	72	10^6

B.3 Beeldresolutie

De resolutie van het beeld wordt bepaald door de camera met objectief, de verbinding en de monitor. Bij de camera's voor de CT en MT geldt dat de bandbreedte van de verbinding geen rol speelt. Bij het beeld van de kogelvanger wordt de keten gevormd door de camera, de tweedraadsverbinding, de halfbeelddeeler en de monitor. In de volgende tabel zijn de bandbreedtes van de afzonderlijke elementen gegeven. Hieruit is bij benadering de resolutie van de hele keten af te leiden.

⁶ De verticale hoek is beperkt tot de hoogte van de kogelvanger.

apparaat of verbinding	afsnijfrequentie (MHz)
Camera	5,5
Tweedraadverbinding MP1, 2, 3	8
Beelddeeler MP1, 2, 3	5,5
Monitor	10

Uitgaande van deze bandbreedte is bepaald wat het -3 dB punt is (f_{totaal}) voor de beeldketen vanaf camera tot en met de monitor. Voor de resolutie van de gehele keten geldt (elektronica vademecum, 1997):

$$N_{\text{totaal}} = 104,96 \cdot f_{\text{totaal}} \quad (1)$$

N_{totaal} horizontale resolutie in beeldlijnen

f_{totaal} bandbreedte van de keten (MHz)

Aangenomen is dat de kijkafstand ten opzichte van de monitor niet meer dan 1,5 meter bedraagt.

Voor de camera's van de CT en MT geldt $N_{\text{totaal}} = 451$ voor de in de tabel gegeven resoluties. Voor het beeld van de kogelwal geldt $N_{\text{totaal}} = 299$. Deze resolutiegegevens zijn input voor de berekening van het kleinste detail in § 4.2. Het kleinste detail is

$$d = 100 \cdot r \cdot \tan\left(\frac{\beta}{N}\right) \quad (2)$$

d grootte van het detail (cm)

r afstand camera tot detail (m)

β horizontale beeldhoek ($^{\circ}$)

N resolutie in beeldlijnen

B.4 Monitor

De beelden afkomstig van de camera's worden op monitoren afgebeeld. Deze moeten voldoende groot zijn om geen invloed te hebben op het zien van details in het beeld. Gekozen is voor een zwart wit monitor met een beeldbuisdiagonaal van 44 cm (35 cm breed en 26 cm beeldhoogte). De detailhoek is

$$H_{\text{detail}} = \arctan\left(\frac{B}{N \cdot r}\right) \quad (3)$$

H_{detail} detailhoek op het oog van de waarnemer ($^{\circ}$)

B beeldbreedte (m)

N resolutie in beeldlijnen

r afstand tot de monitor (m)

De maximale kijkafstand is gesteld op 1,5 m. Voor een resolutie van 450 beeldlijnen is de detailhoek bijna 2'. Aangezien gesteld is dat het oog van de waarnemer een resolutie van 1' heeft, is de bijdrage van de monitor aan vermindering van het detailzicht te verwaarlozen.

B.5 Besturing beweegbare camera

De specificaties volgens het programma van eisen (PVE, 1994) en door de fabrikant aangereikte mogelijkheden die bij de start van het project werden vastgesteld:

- een maximale bewegingssnelheid van 45° per seconde
- een horizontale stapgrootte instelbaar van 2 tot 15° .
- een instelbare tijdsduur van stap tot stap.
- richtingstoetsen voor het volgen op de baan.
- een verticale opdeling van het overzichtsbeeld in 10 banen, waardoor een automatisch volgen kon worden ingezet.
- een roller-bal voor het direct verplaatsen naar een probleempositie met een snelheid van 45° per seconde.

Bij aflevering liet het gedrag van het bewegingssysteem te wensen over: bij verplaatsing met de roller-bal trilde en schokte het beeld.

April 1996 bracht TNO-TM een memo uit waarin werd geadviseerd om een zogenaamde "regeling" toe te passen in plaats van een "sturing". Een sturing kan niet anticiperen op het naderen van de gewenste positie. Een regeling kan dat wel. Het is dan mogelijk de snelheid te laten variëren als functie van de nog af te leggen afstand. Daartoe moet de positie van het bewegingssysteem continu kunnen worden gemeten.

De snelheid van de datatransmissie van het bewegingssysteem bleek echter tekort te schieten om voldoende frequent de actuele positie terug te melden. Siemens heeft aanvankelijk nog een opstart- en afremkarakteristiek in het bewegingssysteem ingebouwd. Bij beproevingen bleek dit niet te voldoen.

Het ISK gaf inmiddels de voorkeur aan een joystick. Door toepassing van een joystick, waarbij de bedienaar zelf de snelheid van het bewegingssysteem bepaald, kan een betere sturing worden gerealiseerd. Met Siemens werden nieuwe specificaties vastgesteld. Deze specificaties zijn:

- Een joysticksturing voor het direct verplaatsen naar een probleempositie met een snelheid van maximaal 45° per seconde. De snelheid van de beweging is evenredig met de uitslag van de joystick.
- Een knop met "home position". Wordt deze knop bediend, dan gaat de camera in de meest linkerstand staan. Zolang dit proces loopt, kan de joystick niet worden bediend.
- Bij het inschakelen van het systeem is een beveiliging aangebracht die voorkomt dat de camera kan draaien met gesloten kastdeuren.
- Bij het uitschakelen van het systeem wordt de camera eerst automatisch in de parkeerstand gezet. Daarna schakelt de spanning af.
- Om overshoot in horizontale richting van het bewegingsmechanisme te voorkomen, als deze met een hoge snelheid draait, is aan de linker en rechterzijde een instelbare grens aangebracht. Bij het passeren van deze grens neemt de motor een vast ingestelde snelheid aan, die lager of gelijk is aan de halve maximale snelheid. Bovendien gaat het kader knipperen met een frequentie van 2 Hz.
- Buiten de begrenzingen van het overzichtsbeeld kan de camera niet worden verplaatst.
- Indien het kader in het beeld tegen een beeldgrens aanloopt, wordt de motorsnelheid van de camera in die richting nul gemaakt. Wanneer het kader deze grens bereikt of iets passeert, gaat het kader knipperen met een frequentie van 2 Hz. Pas als de joystick in de tegenovergestelde richting wordt bewogen, zal de motor weer in beweging komen en wordt het kader continu zichtbaar.
- De herhalings tijd, waarmee de positie van het kader wordt ingelezen wordt 10 ms. Korter is niet mogelijk, vanwege de beperkte snelheid van de communicatiepoort van het bewegingsmechanisme.

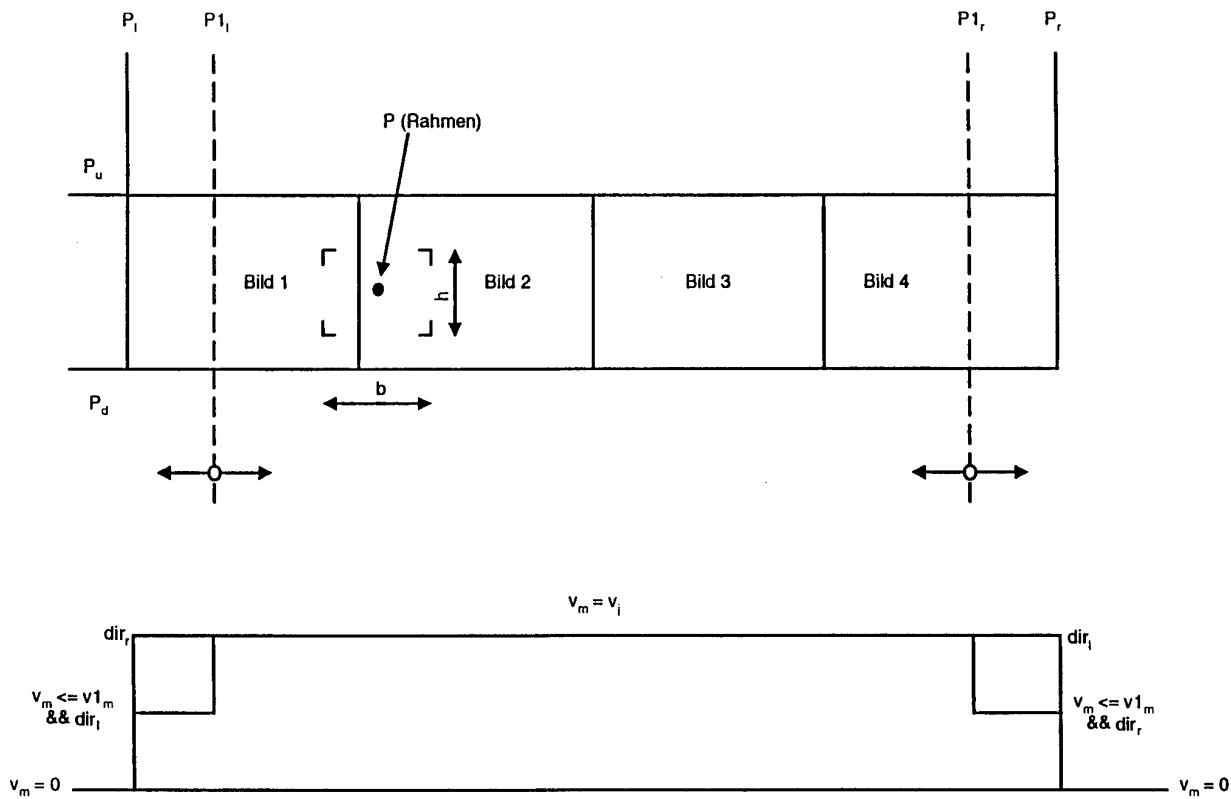


Fig. 9a De instellingen die in de software van het bewegingssysteem zijn aangebracht. Op de grenzen P_u , P_d , P_l en P_r stopt de camera. Op de instelbare horizontale grenzen P_{1r} en P_{1l} gaat de camera zonodig op de halve snelheid over om te voorkomen dat de camera te ver over de beeldgrens zal stoppen.

X

v_i = Horizontale Geschwindigkeit Joystick
 v_m = Horizontale Geschwindigkeit Motor
 v_{1m} = Geschwindigkeit nach passieren imaginärer Bildgrenze
 P = Aktueller Position Schwenkantriebs
 P_l = Position linker Bildgrenze
 P_r = Position rechter Bildgrenze
 P_{1l} = Imaginärer Position in Bezug auf linker Bildgrenze
 P_{1r} = Imaginärer Position in Bezug auf rechter Bildgrenze
 dir_l = Richtung horizontales Motors ist rechts
 dir_r = Richtung horizontales Motors ist links
 b = Breite des Rahmens

v_{1m} , P_l en P_r sind mit der Initializationsmenu einstellbar

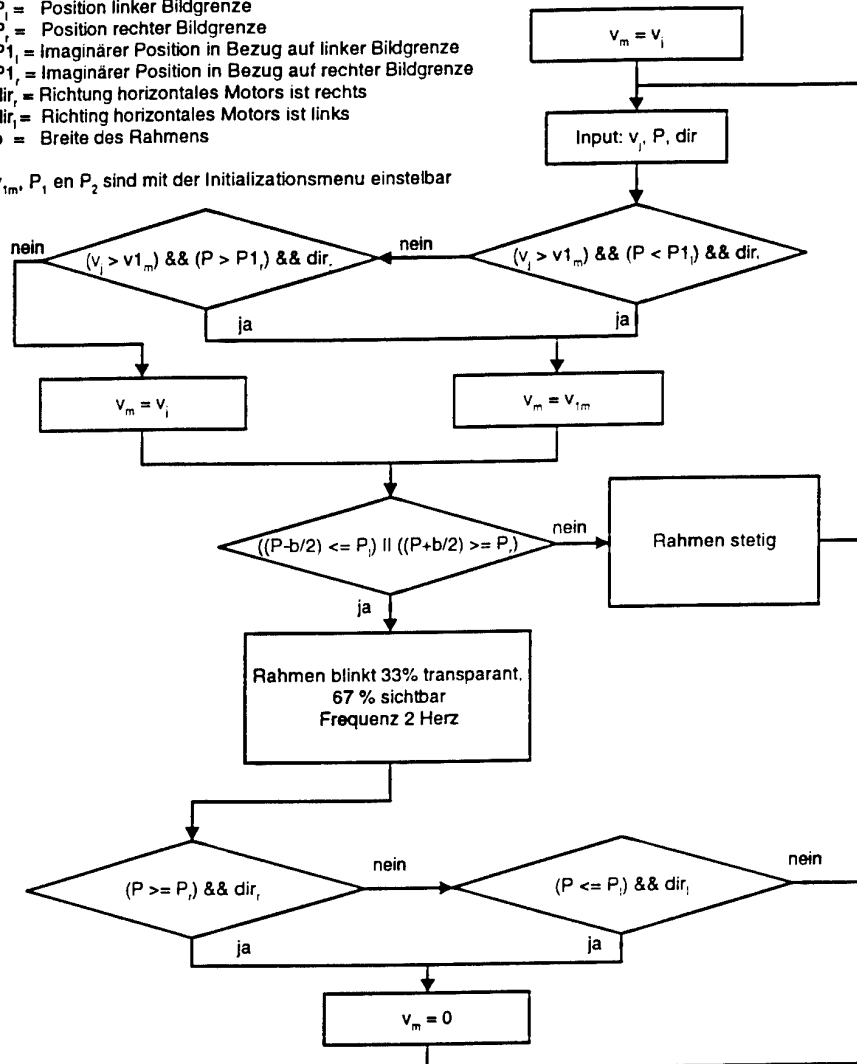


Fig. 9b Het flowdiagram van de camerasturing in horizontale richting. Binnen de beeldgrenzen is het kader continu zichtbaar. Bij het naderen van de linker of rechter beeldgrens gaat het kader knipperen met een frequentie van 2 Hz. Als de beeldgrens is bereikt kan de joystick alleen nog in de andere richting worden bewogen om de camera te besturen.

Y

v_j = Vertikal Geschwindigkeit Joystick
 v_m = Vertikal Geschwindigkeit Motor
 P = Aktueller vertikale Position Schwenkanteils
 P_u = Oberrand Bildgrenze
 P_d = Unterrand Bildgrenze
 h = Höhe des Rahmens
 dir_u = Richtung Vertikal Motor ist nach oben
 dir_d = Richtung Vertikal Motor ist nach unten

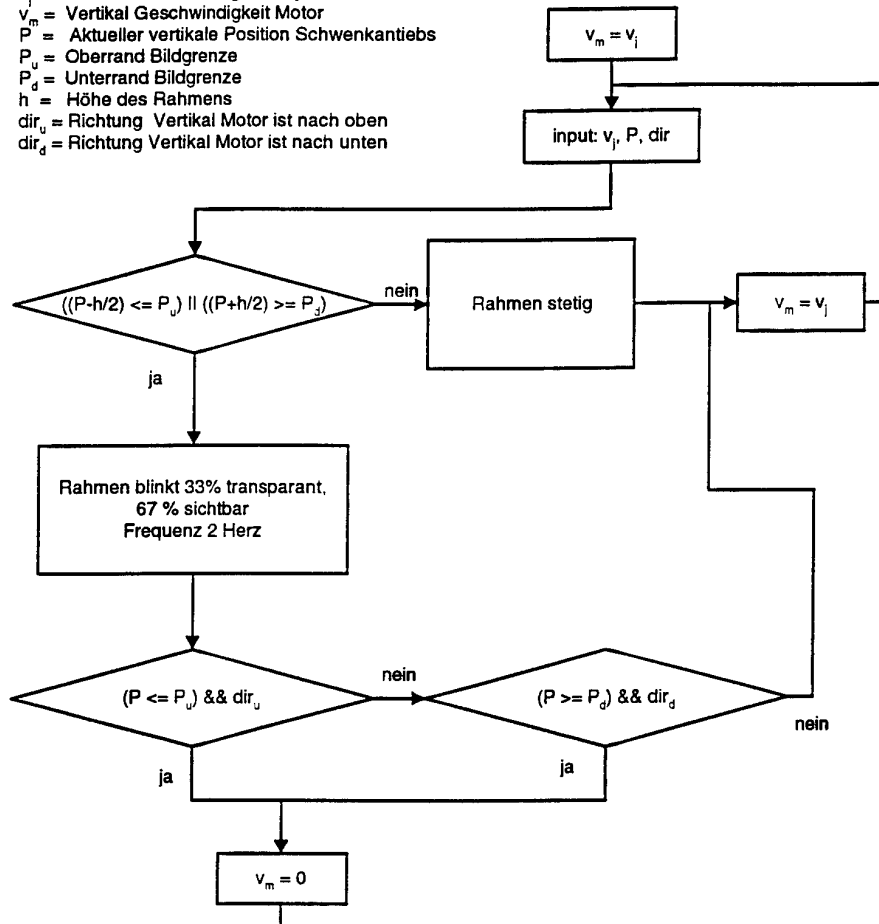


Fig. 9c De besturing van de camera in verticale richting. Dit werkt in principe hetzelfde als in de horizontale richting, echter ontbreken extra beeldnaderingsgrenzen.

De beperkte snelheid (9600 baud) verklaart ook waarom met dit systeem geen regeling is te bouwen. In principe is met dit bewegingsmechanisme een snelheid mogelijk van 45° per seconde, maar is het vanwege de trage communicatie ongewenst deze ook toe te passen. Er ontstaat bij hoge snelheden altijd een achterlopen van de reactie van het systeem op de bediening van de joystick. Volgens de ontwerper kan geen bewegingssysteem worden geleverd met een hogere datatransmissie snelheid.

De afspraken zijn samengevat in een notitie (Varkevisser, 22 januari 1997). Het flowdiagram van de motorsturing is weergegeven in Figuur 9a, b en c.

B.6 Camerabehuizing

Om de camera's onder alle weersomstandigheden te laten functioneren, staan ze altijd aan en zijn ze in een temperatuur gecontroleerde behuizing geplaatst. Op de torens zijn de overzichtscamera's in één behuizing geplaatst en aan de voorzijde beschermd door "lexaan" (een transparant kunststof front). De camera-units voor de mitrailleurposten en de torens zijn geplaatst in een roestvrij stalen kasten, die kunnen worden afgesloten met deuren en sloten. De kast op de CT bevat tevens het bewegingssysteem met de detailcamera. De kast voor de mitrailleurpost bevat ook de laserscanner en is extra stevig op een betonnen voet gemonteerd, in verband met de trillingen die ontstaan tijdens het mitrailleurvuur en het ontploffen van het trotyl. De camera's nabij de kogelvanger zijn in waterdichte PVC behuizingen gemonteerd.

BIJLAGE C Procedures

C.1 Taakuitvoering van het baanpersoneel

Het handelen voor-, tijdens- en na een oefening is voor het baanpersoneel in detail vastgelegd in een werkinstructie (Oving & Riemersma, 1998). Hierin worden procedures beschreven om de oefening correct en veilig te laten verlopen. Zo wordt de bediening en het gebruik van de gevechtsbaan, de volgorde waarin moet worden gehandeld en gecommuniceerd en de stopcriteria nauwkeurig beschreven. Verder is uitgewerkt welke taken het baanpersoneel heeft voor, tijdens en na de oefening, en waarop moet worden gelet.

C.2 Gebruikshandleiding

De gebruikshandleiding (Siemens, 1997) bevat een beschrijving van de bediening van het NIR bewakingssysteem. Hierin wordt in detail beschreven hoe de apparatuur werkt en bediend moet worden. Verder wordt het preventief onderhoud beschreven en de procedure om een lamp van de NIR schijnwerper te vervangen (zie ook C.4.2).

C.3 Onderhoudshandleiding

De onderhoudshandleiding (Siemens, 1997) beschrijft het gehele systeem op het niveau van de technisch expert. Bij preventief en correctief onderhoud zoals reparatie en vervanging van systeemdelen is het noodzakelijk dat de details van elk systeemdeel zijn beschreven. Tevens zijn een aantal procedures opgenomen (zie C.4) die afregelingen van de apparatuur en metingen beschrijven.

C.4 NIR schijnwerpers

C.4.1 Bevestiging schijnwerpers

Elke draaibare verbinding van de schijnwerpers is geborgd en ten opzichte van het tegenoverliggende deel gemerkt. De hoeken van alle schijnwerpers ten opzichte van de horizontale en verticale as zijn opgemeten met een daarvoor bestemde hoekmeter, genummerd en beschreven in de onderhoudshandleiding. Bij vervanging kan de instelling van de schijnwerpers weer worden overgenomen. Het emissiespectrum is door TNO-TM bepaald, dit blijkt een venster in het NIR gebied, dat ligt tussen 700 en 1000 nm (zie Figuur 2).

C.4.2 Wisselen lamp

Om vast te stellen wat de consequentie is van het wisselen van een lamp op de stralingsbundel, werd een schijnwerper in het laboratorium getest (Varkevisser, 18 maart 1997). Er werden volgens de procedure van Siemens en van de fabrikant lampen gewisseld en het effect hierop in het stralingsdiagram bepaald. De procedure van Siemens hield in dat de voorzijde van de schijnwerper werd open geschroefd (het losmaken van de lens met NIR filter) en de lamp werd gewisseld. Bij het servicen vanaf de voorzijde kan de lens bij het terugplaatsen scheef of omgekeerd worden gemonteerd. Bovendien komt de reflector vrij en kan worden bevuild of beschadigd. De fabrikant beveelt aan de achterzijde los te maken, waarbij alleen de fitting vrij komt en de lamp kan worden gewisseld. Vastgesteld is dat deze methode geen

zichtbare verandering levert op het stralingspatroon. Elke schijnwerper moet zo zijn bevestigd, dat deze voor het wisselen van de lamp van achteren kan worden benaderd.

C.4.3 Meting homogeniteit

Om met behulp van camerazicht op de CT de details—zoals helmnummers—zonder verlies te kunnen waarnemen, is het noodzakelijk de homogeniteit van de nabij infra-rood schijnwerperbestraling te optimaliseren. De eis die hieraan gesteld is bedraagt maximaal een factor 2 op de grootste kijkafstand, oplopend tot een factor 5 op de halve kijkafstand (Varkevisser, 1992, § 2.4).

Meetmethode

De homogeniteit moet worden bepaald met een gevoelige lichtmeter, waarvan de spectrale gevoeligheid tot boven de 800 nm reikt. De meetwaarden mogen dimensieloos zijn, het gaat immers om een vergelijkende meting. De meetkop wordt voorzien van een diffusor met een cosinus gevoeligheid. De meter wordt bij duisternis opgesteld op diverse plaatsen, waar de inhomogeniteit binnen de grenzen moet blijven. Er moet voor worden gezorgd dat alle andere verlichting, in of nabij de posten en in de nabijheid van de baan, uit is. De meetkop wordt vanuit elke meetpositie in de richting van de camera-unit op de CT geplaatst. Vervolgens worden twee metingen per positie gedaan: een meting met het schijnwerperlicht aan (Y_m) en een meting waarbij het schijnwerperlicht uit is (strooilicht Y_0). De lichtwaarde per positie (i) is dus:

$$Y_i = Y_m - Y_0 \quad (4)$$

De waarden Y_i voor de grootste, resp. middenafstanden worden met elkaar vergeleken. De inhomogeniteit per punt bedraagt:

$$I_i = \frac{Y_{max}}{Y_i} \quad (5)$$

Als op de grootste afstand I_i boven de 2 en op de middenafstand boven de 5 uitkomt moeten de schijnwerpers opnieuw worden uitgericht.

C.5 Beeld schutter

In Figuur 10 is aangegeven hoe de beeldverbindingen tussen de camera in het voorterrein en de kogelvanger via een beelddeeler samenkomen op de monitor van de schutter. Tevens maakt de scanner deel uit van de opstelling. De procedures van de afregelingen zijn opgenomen in de onderhoudshandleiding.

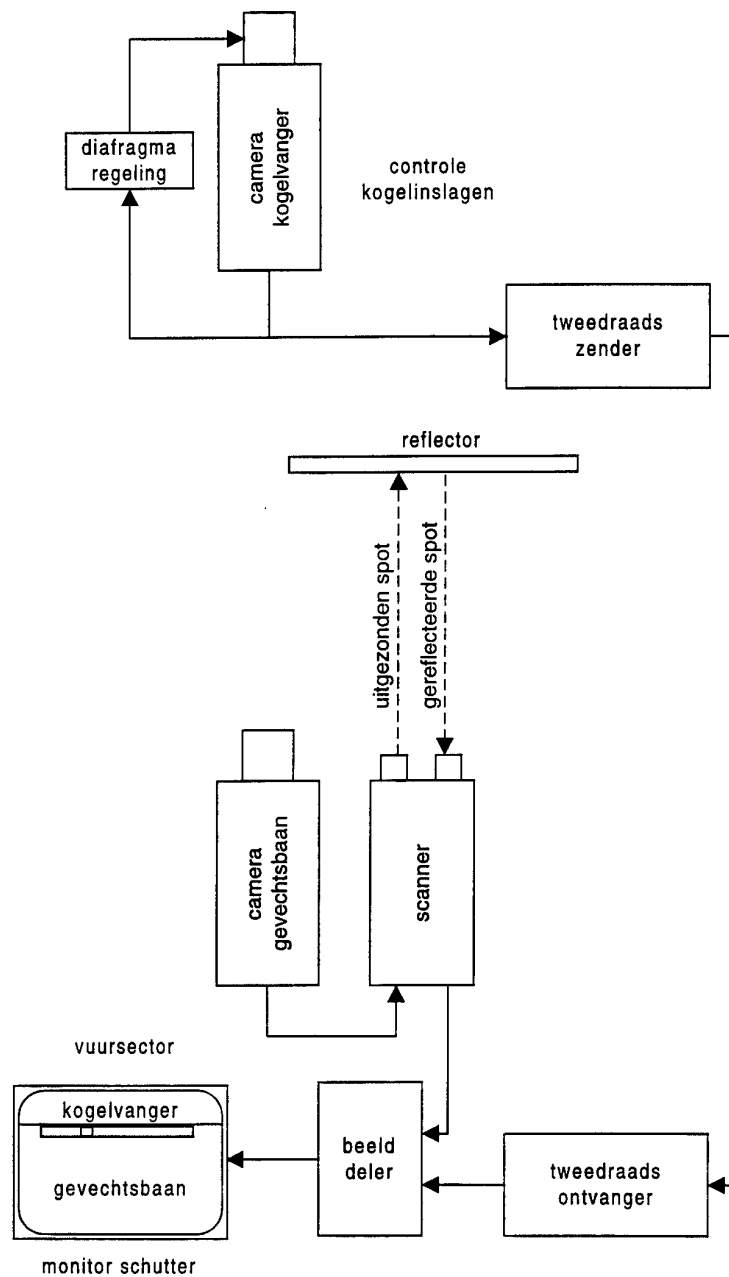


Fig. 10 In dit schema is aangegeven dat het beeld van de schutter is samengesteld uit drie componenten: het beeld tot aan de ondergrondse bunker in het onderste gedeelte; daarboven de kogelvanger afkomstig van een camera nabij deze kogelvanger en een grijze foutenbalk afkomstig van de laserscanner. De beelden van de camera's worden met een beelddeeler tot 1 beeld samengevoegd. De grijze balk wordt elektronisch ingemengd. Een onderbreking van het laservlak, veroorzaakt een witte stip op de balk, ter plaatse van de onderbreking (zie ook de foto in Figuur 4).

De volgende afregelingen in de aangegeven volgorde zijn noodzakelijk:

- 1 de monitor van de schutter
- 2 controle op de werking van de camera's
- 3 de tweedraadsverbinding tussen de kogelvanger en de plaats van de schutter (C.5.1)
- 4 de grenzen van de vuursector (C.5.3)
- 5 de camera nabij de kogelvanger (C.5.3)
- 6 de camera in het voorterrein (C.5.3)
- 7 de scanner (C.5.3).

C.5.1 afregeling van de tweedraadsverbinding

De afregeling van de tweedraadsverbinding is kritisch. Er mag geen noemenswaardig bandbreedteverlies optreden in deze verbinding. In de notitie van 27 maart 1996 is aangegeven welke bandbreedte de totale verbinding moet hebben om kogelinslagen van 15 cm op de monitor te kunnen waarnemen. Bij een overall resolutie van minstens 240 beeldlijnen zijn de inslagen nog te zien. De volgende afregelprocedure is vastgesteld om dit te garanderen:

- Ga uit van het afregelvoorschrift van het overdrachtsysteem LE 87 (zie onderhoudshandleiding). In § 7.4.2.2 van dit voorschrift wordt aangegeven waarop moet worden gelet bij de afregeling van een verbinding.
- De vorm van de synchronisatiepuls. Er moet naar worden gestreefd deze zo rechthoekig mogelijk te doen zijn.
- De verschillende frequentiepakketten, afkomstig van de testgenerator, zo gelijk mogelijk in amplitude af te regelen.
- Meet de frequentiekarakteristiek van het multibursts signaal met een televisie signaalgenerator (bv. Grundig MT 700) en een meetscoop (bv. Tektronix 2210, serienr. 452100, M01852). Blijkt dat de tweedraadsverbinding een grote demping heeft voor de hogere frequenties en dus voor zo'n korte afstand een behoorlijk slechte kwaliteit heeft dan moet de extra hoogfrequent voorversterking van de zenders in het voorterrein op alle posities bij worden geschakeld. Bij de afregeling alle ontvangers in de stand "manual" zetten.
- Meet ook ter plaatse bij de kogelvanger wat de aangeboden referentiespanning is, zodat hiervoor kan worden gecorrigeerd.

$$V = 20 \log \frac{U_{\text{ref}}}{U_{\text{verbinding}}} \quad (6)$$

V	verzwakking in dB
U_{ref}	aangeboden spanning in volt
$U_{\text{verbinding}}$	gemeten spanning op de uitgang van de tweedraadsverbinding en afgesloten met 75Ω

De gemeten spanning (1 Vtt) wordt op de meetscoop bepaald bij 2, 4 en 6 MHz. De verzwakking mag niet meer afwijken dan ± 1 dB.

C.5.2 Bepaling trilling in het beeld

Per MP is bepaald wat de detailwaarneming is via de monitor en bij duisternis (NIR belichting). Vervolgens is bepaald wat de detailwaarneming is tijdens het schieten.

De verslechteringsfactor, het quotiënt tussen deze twee waarden, is een maat voor de aanvaardbaarheid van de trilling.

De detailwaarneming wordt bepaald met een gestandaardiseerde Visus kaart. Deze wordt op 10 meter voor de camera geplaatst. Voor en tijdens schieten wordt door 2 waarnemers

bepaald welke visuswaarde nog net gelezen kan worden. De betekenis van de visus is een nog juist definieerbare hoekmaat bij maximaal contrast.

Tabel I De waardering van de detailverslechtering is subjectief gewaardeerd.

Verslechteringsfactor	Subjectieve waardering
1	uitmuntend
> 1 en < 1.5	aanvaardbaar
> 1.5 en < 2	nog net aanvaardbaar
> 2	onaanvaardbaar

C.5.3 Afregeling beeld van de schutter

Het schutterbeeld is samengesteld uit drie bronnen:

- de camera van de kogelvanger
- de camera voor de MP
- de laserscanner.

Voor een juiste afregeling van dit beeld zijn enkele hulpstukken noodzakelijk:

- drie planken met een breedte van 15 cm en een lengte van 2 m;
- een paal van 2 m.

Verder wordt ervan uitgegaan dat de wapentechnische controle heeft plaats gevonden door wapendeskundigen van het ISK.

Vuursector

- Vastgesteld moet worden wat de uiterste linker en rechter schietgrens is ter plaatse van de kogelvanger.

Afregeling beeld van de kogelvanger

- Plaats aan de voet van de kogelvanger op de uiterste linker en rechter schietgrens een verticaal opgestelde plank.
- Bepaal het midden en zet hier ook een verticale plank.
- Regel de diafragmaregeling af (Zie servicedocumentatie diafragma regeling)
- Stel de camera nabij de kogelvanger scherp op de zandwal.
- Stel de horizontale positie zo in, dat de linker en rechter plank symmetrisch **binnen** het beeld vallen. Vallen ze er buiten, dan moet de instelling van de vuurspreiding zodanig worden afgeregeld dat de uiterste grenzen binnen het beeld vallen. De middelste plank moet uiteraard in het midden van het beeld terechtkomen.
- De verticale positie van de camera moet zodanig zijn dat de bovenzijde van het beeld gelijk loopt met de bovenzijde van de kogelvanger.
- Het beeld van de kogelvanger mag nergens door worden beperkt (begroeiing verwijderen).

Afregeling beeld van de gevechtsbaan

- Plaats een verticale paal direct voor de ondergrondse bunker (gezien vanaf de schutter), zodanig dat deze op de denkbeeldige lijn schutter — middelste plank voor de kogelvanger staat.

- Stel de camera voor de MP scherp op de ingang van de ondergrondse bunker. Lak de objectieffinstelling af in verband met het trillen tijdens het schieten.
- Stel de horizontale positie van de camera voor de MP zodanig in dat de paal en de middelste plank in het beeld in elkaars verlengde zijn te zien.
- Stel de verticale positie zo in dat de bovenzijde van de ondergrondse bunker de bovenzijde van het beeld vormt, aansluitend aan de onderzijde van het beeld van de kogelvanger.
- Zet de camera goed vast.

Afregeling laser scanner

- Volg hierbij eerst de instructies in de onderhoudshandleiding voor het afstellen van de scanner.
 - Stel de horizontale positie zodanig in dat de onderbreking in het scannervlak van de paal (de witte vlek op de grijze balk in het beeld) gelijk valt met het beeld van de paal.
 - Een controle op de gelijkloop kan daarna nog worden gedaan door iemand langs de reflectiestrip te laten lopen. De witte spot moet gelijk lopen met het beeld van de persoon.
- Verwijder de hulpstukken uit het terrein.

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENSE REPORT NO. TD 98-0011	2. RECIPIENT ACCESSION NO.	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO. TM-98-A005
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 786.1	5. CONTRACT NO. A96/KL/307	6. REPORT DATE 11 February 1998
7. NUMBER OF PAGES 42	8. NUMBER OF REFERENCES 16	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Realisatie van een visueel bewakingssysteem ten behoeve van oefeningen bij duisternis op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK (Realization of a visual surveillance system used by manoeuvres at night, on the combat range "ISK de Harskamp")		
11. AUTHOR(S) J. Varkevisser and A. Everts		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTES)) The combat range at the infantry school ISK "de Harskamp" in The Netherlands is used to train soldiers to cross a terrain with obstacles under live firing (1.5 m above the ground) and TNT explosions. The exercise is under control of combat training personnel who view the range from two control towers and three firing units. The control crew operate the equipment on the range, set off the TNT explosions, and control the machine gun firing. In 1992 TNO-TM was asked to advise on the possibilities for safe use of the combat range at night, in total darkness. A night surveillance system was proposed, based on near infra red (NIR) illumination of the range and NIR sensitive TV cameras at all control locations. Feasibility studies were carried out and specifications for safe use were defined. In addition, it was proposed to install a laser scanning system to detect vertical movements higher than 0.95 m. In 1996, the Material Command of the Royal Netherlands Army, ordered the implementation of the advised system by a commercial company. TNO-TM was tasked to provide advise during the construction and implementation of the system, critically follow the implementation process and check whether the installed systems met the specifications. Camera/monitor systems were placed at the locations of all range control functions, including the machine-gun locations. A laser scanner warning system was developed and installed by TNO-FEL. The night surveillance system was released for use by the end of 1997. Compliance with all specifications was established. Procedures to ensure the quality and specifications of the night surveillance system were developed together with Siemens. User- and maintenance manuals were developed. The program group Instruction and Training of TNO-TM drew up manuals and safety instructions for all personnel involved in operating the combat range. Concluding: the combat range at ISK "de Harskamp", The Netherlands, is now suitable for operation during day and night, including in total darkness.		
16. DESCRIPTORS Combat Command and Control Firing Ranges Infrared Military Visual Displays		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Mailing list only		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel: Realisatie van een visueel bewakingssysteem ten behoeve van oefeningen bij duisternis op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK

auteurs: J. Varkevisser en A. Everts

datum: 11 februari 1998

opdrachtnr.: A96/KL/307

IWP-nr.: 786.1

rapportnr.: TM-98-A005

Op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK "de Harskamp" worden militairen geoefend in het over de grond voortbewegen onder een vlak van mitrailleurvuur. Hierbij moeten allerlei obstakels worden gepasseerd en wordt trotyl tot ontploffing gebracht. De oefening wordt door het baanpersoneel geobserveerd. Zij bedienen de apparatuur en de wapens. Defensie wenst de oefeningen op ieder moment van het etmaal te houden. In 1992 is geadviseerd (Varkevisser, 1992) een nabij infra-rood (NIR) TV-systeem te installeren, teneinde ook bij duisternis in staat te zijn visuele observaties te doen.

TNO Technische Menskunde (TNO-TM) is bij de procesgang van aanbesteding en uitvoering van de werkzaamheden betrokken geweest als adviseur en bewaker van de geëiste kwaliteit en specificaties. Het TV-bewakingssysteem is conform de adviezen gerealiseerd. Op iedere plaats waar het baanpersoneel de handelingen en waarnemingen op de baan moet uitvoeren zijn monitoren geplaatst die bij duisternis een overzicht van de gevechtsbaan geven als bij daglicht. Aan de eisen van de zichtbaarheid (het volgen van militairen op de baan, het kunnen lezen van de helmnummers en het controleren van de inslagen van het mitrailleurvuur) is voldaan. Met de aanwezige schijnwerpers is een voldoende homogene NIR belichting gerealiseerd. Om een indicatie te hebben van het te hoog komen van de deelnemers op de baan zijn laserscanners geïnstalleerd (TNO-FEL). Als noodzakelijke aanvulling zijn, in samenwerking met de leverancier de firma Siemens, een aantal procedures ontwikkeld om de kwaliteit en de specificaties van het systeem te bewaken, vervat in een gebruiks- en onderhoudshandleiding. Er zijn een aantal procedures beschreven die betrekking hebben op de visuele specificaties. Tevens is door TNO-TM een werkinstructie geschreven die veiligheidsprocedures en taakomschrijvingen inhoudt voor alle geledingen van het bewakings- en observatieproces. Het ISK heeft met succes een beproeving gedaan om kennis te maken met het systeem.

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENSE REPORT NO. TD 98-0011	2. RECIPIENT ACCESSION NO.	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO. TM-98-A005
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 786.1	5. CONTRACT NO. A96/KL/307	6. REPORT DATE 11 February 1998
7. NUMBER OF PAGES 42	8. NUMBER OF REFERENCES 16	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Realisatie van een visueel bewakingssysteem ten behoeve van oefeningen bij duisternis op de gevechtsbaan van het infanterie schietkamp ISK (Realization of a visual surveillance system used by manoeuvres at night, on the combat range "ISK de Harskamp")		
11. AUTHOR(S) J. Varkevisser and A. Everts		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTES)) The combat range at the infantry school ISK "de Harskamp" in The Netherlands is used to train soldiers to cross a terrain with obstacles under live firing (1.5 m above the ground) and TNT explosions. The exercise is under control of combat training personnel who view the range from two control towers and three firing units. The control crew operate the equipment on the range, set off the TNT explosions, and control the machine gun firing. In 1992 TNO-TM was asked to advise on the possibilities for safe use of the combat range at night, in total darkness. A night surveillance system was proposed, based on near infra red (NIR) illumination of the range and NIR sensitive TV cameras at all control locations. Feasibility studies were carried out and specifications for safe use were defined. In addition, it was proposed to install a laser scanning system to detect vertical movements higher than 0.95 m. In 1996, the Material Command of the Royal Netherlands Army, ordered the implementation of the advised system by a commercial company. TNO-TM was tasked to provide advise during the construction and implementation of the system, critically follow the implementation process and check whether the installed systems met the specifications. Camera/monitor systems were placed at the locations of all range control functions, including the machine-gun locations. A laser scanner warning system was developed and installed by TNO-FEL. The night surveillance system was released for use by the end of 1997. Compliance with all specifications was established. Procedures to ensure the quality and specifications of the night surveillance system were developed together with Siemens. User- and maintenance manuals were developed. The program group Instruction and Training of TNO-TM drew up manuals and safety instructions for all personnel involved in operating the combat range. Concluding: the combat range at ISK "de Harskamp", The Netherlands, is now suitable for operation during day and night, including in total darkness.		
16. DESCRIPTORS Combat Command and Control Firing Ranges Infrared Military Visual Displays		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Mailing list only		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
6. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek CO
- 7, 8 en 9. Bibliotheek KMA, Breda
- 10 t/m 20. Ing. A.A.M. Aarssen, DMKL, Afdeling Manoeuvre Materieel, Den Haag